

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES
HÍDRICAS DEL CULTIVO DE ALGODÓN PIMA
(*Gossipium barbadense* L.) FRENTE AL CAMBIO
CLIMÁTICO EN EL VALLE DEL MEDIO PIURA,
DURANTE LA CAMPAÑA AGRÍCOLA 2010 - 2011”**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

Br. CRUZIGN CORANNY CRESPO CÓRDOVA

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

PIURA – PERÚ
2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



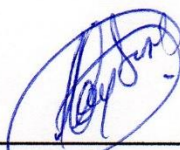
**“DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS DEL
CULTIVO DE ALGODÓN PIMA (*Gossipium barbadense* L.)
FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL VALLE DEL MEDIO
PIURA, DURANTE LA CAMPAÑA AGRÍCOLA 2010 - 2011”**

TESIS

**PRESENTADA A LA FACULTAD DE AGRONOMÍA PARA
OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**



ING. OSCAR CARRERA CHUMACERO
ASESOR



Br. CRUZN CORANNY CRESPO CÓRDOVA
TESISTA

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

PIURA – PERÚ
2018

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE LA TESIS

Yo: **Br. CRUZING CORANNY CRESPO CORDOVA**, identificada con DNI N° 44446989, Bachiller de la Escuela Profesional de Agronomía, de la Facultad de Agronomía y domiciliado en AA.HH 6 de Setiembre Mz.E Lote 06 - Piura, Provincia de Piura, Departamento de Piura.

Celular: 981628688

Correo: corannycrespo@hotmail.com

DECLARO BAJO JURAMENTO: que la tesis que presento es auténtica e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada y/o realizada en el Perú o en el extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código penal concordante con el Art. 32 de la ley N° 27444, y ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fé de lo cual firmo la presente.

Piura, Agosto del 2018.

.....

DNI N° 44446989



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS DEL
CULTIVO DE ALGODÓN PIMA (*Gossipium barbadense* L.)
FRENTA AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL VALLE DEL MEDIO
PIURA, DURANTE LA CAMPAÑA AGRÍCOLA 2010 - 2011”**

TESIS

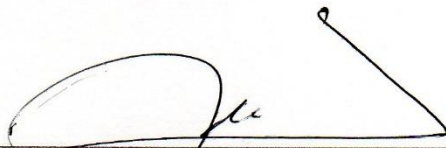
PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

Br. CRUZIGN CORANNY CRESPO CÓRDOVA


APROBADO POR:



Dr. JUAN G. ADANAQUÉ ZAPATA
PRESIDENTE



Dr. MARIO MONTERO TORRES
VOCAL



ING. PEDRO M. REYES MORE MSc.
SECRETARIO

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**PIURA – PERÚ
2018**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
COMISION DE INVESTIGACION AGRICOLA

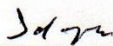


ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS 049-2017-CIAFA-UNP


Los miembros del jurado calificador que suscriben, congregados para estudiar el Trabajo de Tesis denominado "DETERMINACION DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS DEL CULTIVO DE ALGODÓN PIMA (*Gossipium barbadense* L.) FRENTE AL CAMBIO CLIMATICO EN EL VALLE DEL MEDIO PIURA, DURANTE LA CAMPAÑA AGRICOLA 2010 - 2011", conducido por la BR. CRUZIGN CORANNY CRESPO CÓRDOVA, asesorado por el Ing. Oscar Carrera Chumacero.

Luego de oídas las observaciones y respuestas a las preguntas formuladas, la declaran APROBADA, en consecuencia queda en condiciones de ser calificada APTA para gestionar ante el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo de conformidad con lo estipulado en el artículo N° 171, inciso 2° del Estatuto General de la Universidad Nacional de Piura.

Piura, 22 de Setiembre del 2017.


Dr. Juan G. Adanaqué Zapata
Presidente


Dr. Mario Montero Torres
Vocal


Ing. Pedro M. Reyes More MSc.
Secretario

DEDICATORIA

A mamá, por siempre creer en mí, apoyarme incondicionalmente y ser la mamá más maravillosa del mundo. Te admiro.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento enorme al Sagrado Corazón de Jesús, quien es el faro que guía mi vida, que me demuestra que siempre, SIEMPRE aunque parezca que nada va bien, se puede salir adelante, que se pueden vencer todos los obstáculos que aparezcan y mejorar cada día. A nuestra Santísima Madre, María Auxiliadora, por interceder siempre por mí ante Dios, y llenarme de bendiciones.

Muchas gracias, Ing. Oscar Alejandro Carrera Chumacero, por haber confiado en mí y ayudarme en este proyecto, por patrocinarlo, su apoyo y sus consejos, que siempre me han ayudado mucho.

Un agradecimiento especial al Ing. Héctor Yauri Quispe, de la Dirección Regional de SENAMHI – PIURA, por su apoyo desinteresado y enseñanzas. También un agradecimiento Al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI.

Un agradecimiento cordial, al Proyecto Piloto “Adaptación al Cambio Climático en la Región Piura” ejecutado por la Ex Autoridad Autónoma de Cuenca Hidrográfica Chira Piura, con fondos de la Cooperación Alemana, y al Proyecto PDRS/GIZ.

Un muy sincero agradecimiento al Ing. Candelario Pacherre Timaná, por ayudarme en un momento tan crucial de este proyecto, de manera muy especial.

Gracias mamá por motivarme a realizar todas mis metas y enseñarme que puedo conseguir lo que me propongo. Por demostrarme que siempre puedo ser la mejor, por tenerme paciencia, ser mi apoyo y fortaleza siempre. Gracias papá por haber puesto a prueba mi tenacidad los primeros y decisivos años de esta carrera. Gracias a ambos por siempre mostrarme que soy especial y única, comenzando por el nombre que me pusieron.

Un agradecimiento especial a mis hermanos por ayudar a forjar mi paciencia: Cruzanny, Josan, Junior y Belem. Un especial: Gracias Belem, por acompañarme cada sábado al campo y ayudarme de modo muy entusiasta.

Joel Navarro, Cesar Rojas y Betty Carmen por estar ahí presentes en la fase de campo ayudarme tomando la palana, por animarme cuando sentía que ya no podía seguir adelante con este proyecto. Fernando Bermeo porque cuando quise tirar la toalla estuviste ahí animándome. Nunca olvidaré que te dio dengue por acompañarme Cesar.

Adrián Córdova por el apoyo incondicional que me das cada día, por creer siempre en mí y devolverme la confianza en que este proyecto saldría bien a pesar de todo, sin ti y mi mamá creo que la parte final jamás se hubiera realizado.

Muchas gracias también a todas las personas que creyeron en mí, al realizar este proyecto, a mi familia, a mis amigos gracias también por el apoyo.

RESUMEN

El Perú, se ubica en la categoría de “buenos rendimientos” con 1,633 kg/ha. pero en los últimos 10 años la producción algodonera nacional ha tenido una reducción drástica, en particular la costa norte del país, como consecuencia de diversos factores adversos, entre ellos la variabilidad climática, que juega un rol importante en la producción algodonera nacional.

En los valles de nuestro departamento, dependen de la disponibilidad de los recursos hídricos que ofrecen los reservorios de Poechos y San Lorenzo; mientras que en el Bajo Piura depende de las lluvias y el riego por bombeo. El rendimiento del cultivo de algodón está en función del genotipo y el medio ambiente (*clima, agua*, suelo y manejo agronómico del cultivo).

El algodonero consume agua según el patrón de la evapotranspiración y sus necesidades fisiológicas. La evapotranspiración depende de factores meteorológicos y la disponibilidad de agua en el suelo. La FAO sostiene que, dependiendo del clima y la duración del periodo vegetativo, el algodón necesita unos 700 a 1300 mm de agua para atender sus necesidades.

Una de las medidas de adaptación al cambio climático es mejorar la eficiencia de riego, y por tanto el uso apropiado del recurso hídrico, a través del riego tecnificado y la cuantificación de las necesidades de riego de los cultivos, en términos de sus relaciones fisiológicas e interacción suelo – planta – clima.

El presente trabajo de investigación, tiene por objetivo estimar los requerimientos hídricos y determinar el coeficiente de cultivo (Kc) de Algodón PIMA.

El experimento se realizó en la Parcela experimental de la UNP, a una altitud de 30 msnm, y para ello se registraron datos climatológicos y lisimétricos. Este trabajo se desarrolló utilizando 4 Lisímetros de nivel freático constante, durante los meses de febrero a octubre del 2010. En promedio la temperatura media durante el ciclo de crecimiento del cultivo fue 25.07 °C, con una humedad relativa de 75.61 %, sin lluvias. El suelo fue de textura franco arenosa.

En promedio se estimó que el requerimiento hídrico del cultivo de Algodón, bajo condiciones lisimétricas, fue de 9,288.45 m³. y los valores promedio del coeficiente de cultivo (Kc), en las etapas I, II, III y IV son: 0.47, 0.74, 1.58 y 0.67 respectivamente.

Para evaluar las características biométricas de las dos variedades de Algodón Pima en estudio, se utilizó, un diseño completamente al azar (DCA), en Parcelas experimentales, mientras que, en Lisímetros, la prueba estadística utilizada fue la “t” de Student.

PALABRAS CLAVE: Lisímetros, Algodón, Requerimiento hídrico

ABSTRACT

Peru is located in the category of "good yields" with 1,633 kg / ha. but in the last 10 years the national cotton production has had a drastic reduction, in particular the north coast of the country, as a result of several adverse factors, among them the climatic variability, which plays an important role in the national cotton production.

In the valleys of our department, they depend on the availability of the water resources offered by the reservoirs of Poechos and San Lorenzo; while in the Bajo Piura it depends on rainfall and irrigation by pumping. The yield of cotton cultivation depends on the genotype and the environment (climate, water, soil and agronomic management of the crop).

The cotton consumes water according to the pattern of evapotranspiration and its physiological needs. Evapotranspiration depends on meteorological factors and the availability of water in the soil. The FAO maintains that, depending on the climate and the duration of the vegetative period, cotton needs 700 to 1300 mm of water to meet its needs.

One of the measures of adaptation to climate change is to improve irrigation efficiency, and therefore the appropriate use of water resources, through technified irrigation and the quantification of the irrigation needs of crops, in terms of their physiological relationships and soil - plant - climate interaction.

The objective of this research work is to estimate the water requirements and determine the cultivation coefficient (K_c) of PIMA Cotton.

The experiment was carried out in the experimental plot of the UNP, at an altitude of 30 masl, and for this climatological and lysimetric data were recorded. This work was developed using 4 meters of constant water level, during the months of February to October 2010. On average the average temperature during the growth cycle of the crop was 25.07 °C, with a relative humidity of 75.61%, without rain. The soil was sandy loam texture.

On average it was estimated that the water requirement of the cotton crop, under lysimetric conditions, was 9,288.45 m³. and the average values of the cultivation coefficient (Kc), in stages I, II, III and IV are: 0.47, 0.74, 1.58 and 0.67 respectively.

To evaluate the biometric characteristics of the two varieties of Pima Cotton under study, a completely randomized design (DCA) was used in experimental plots, while in the Lysimeters the statistical test used was the Student "t".

KEY WORDS: Lysimeters, Cotton, Water Requirements

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	
Hipótesis.....	01
Objetivo.....	02
CAPÍTULO II: REVISION DE LITERATURA	02
2.1. Origen del cultivo del algodón.....	03
2.2. Clasificación taxonómica.....	03
2.3. Características de los genotipos estudiados	03
2.3.1. UNP-1.....	04
2.3.2. FUNDEAL-6.....	04
2.4. Fenología del cultivo de algodón.....	04
2.5. Requerimientos térmicos.....	06
2.6. Requerimientos hídricos.....	07
2.7. Humedad del suelo.....	08
2.8. Parámetros hídricos.....	08
2.9. Evapotranspiración y coeficiente de cultivo (Kc)	08
2.9.1. Evapotranspiración.....	10
2.9.2. Evapotranspiración actual o real (E).....	10
2.9.3. Evapotranspiración potencial (Eo).....	11
2.9.4. Cuantificación de la evapotranspiración.....	11
2.9.5. Estimación de la evapotranspiración potencial (Eo).....	12
2.9.6. Coeficiente de cultivo (Kc).....	13
2.10. Cambio climático	14
2.10.1. Causas del cambio climático.....	16
2.10.2. Impactos del cambio climático.....	16
2.10.3. Manifestación del cambio climático en el Perú.....	17
2.10.4. Medidas de adaptación.....	18
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Generalidades	21
3.1.1. Localización.....	21
3.1.2. Ubicación política.....	21
3.1.3. Ubicación geográfica.....	21

3.1.4. Características climáticas de la zona.....	21
3.2. Materiales y equipos.....	21
3.2.1. Material vegetal.....	22
3.2.2. Materiales y equipos de campo.....	22
3.2.3. Material de laboratorio.....	22
3.2.4. Lisímetros.....	23
3.3. Métodos y procedimientos.....	23
3.3.1. Análisis físico-químico del suelo.....	25
3.3.2. Conducción del experimento.....	25
3.3.2.1. Rehabilitación e implementación de lisímetros.....	26
3.3.2.2. Preparación del terreno.....	26
3.3.2.3. Manejo agronómico.....	27
3.3.3. Determinación de la densidad aparente.....	28
3.3.4. Determinación parámetros hídricos.....	29
3.3.4.1. Capacidad de campo (CC): método de la olla de presión.....	29
3.3.4.2. Punto de marchitez permanente (PMP): método tonométrico..	29
3.3.5. Determinación de la humedad de suelo.....	30
3.3.6. Evapotranspiración potencial (Eo).....	31
3.3.7. Estimación de la evapotranspiración máxima (Em).....	32
3.3.8. Estimación del requerimiento hídricos.....	32
3.3.9. Estimación del coeficiente de cultivo.....	32
3.4. Características del campo experimental.....	32
3.5. Observaciones experimentales.....	33
3.5.1. Evaluación de fases fenológicas.....	35
3.5.2. Características biométricas.....	35
3.6. Planeamiento experimental.....	35
3.6.1. Tratamientos en estudio.....	35
3.6.2. Análisis estadístico.....	35
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1. Determinación de los requerimiento hídricos.....	39
4.1.1. Características físicas-químicas del suelo.....	39
4.1.2. Densidad aparente.....	39
4.1.3. Humedad del suelo bajo condiciones lisimétricas.....	39

4.1.4. Requerimiento hídrico.....	30
4.2. Coeficiente de cultivo (Kc).....	41
4.2.1. Coeficiente de cultivo (Kc) en las etapas fenológicas del algodón....	43
4.2.2. Coeficiente de cultivo (Kc) promedio en las cuatro etapas.....	43
4.3. Análisis fenológico y biométrico.....	46
4.3.1. Inicio, duración y grados días de las etapas fenológicas del cultivo de algodón.....	47
4.3.2. Análisis de la etapa de floración.....	47
4.3.3. Altura de planta.....	50
4.3.4. Rendimiento del cultivo.....	51
4.4. Análisis estadístico.....	52
4.4.1. Análisis estadístico en parcelas experimentales.....	53
4.4.2. Análisis estadísticos en lisímetros.....	53
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES.....	54
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES.....	57
CAPÍTULO VII: BIBIOGRAFÍA.....	58
ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE CUADROS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
2.1	Propiedades Físicas para distintos tipos de Suelo.....	10
3.1	Determinaciones del Análisis Físico Químico del Campo Experimental.....	25
3.2	Tratamientos a Nivel de Parcelas Experimentales y Lisímetros.....	36
3.3	Cronograma de Labores Agronómicas	38
4.1	Promedio de Humedad Gravimétrica (% ω) del Suelo en Condiciones Lisimétricas.....	40
4.2	Promedio de Humedad Volumétrica (Θ) y lámina de agua (mm) en Lisímetros.....	40
4.3	Requerimiento Hídrico Total por Etapas Fenológicas del Cultivo de Algodón.....	43
4.4	Coeficiente de cultivo Kc por fases fenológicas del cultivo de algodón.....	45
4.5	Coeficiente de cultivo Kc promedio en las cuatro etapas.....	46
4.6	Inicio, Duración y Grados Días (GD) de las etapas fenológicas del cultivo de algodón Pima bajo riego tradicional. Temperatura base (15.5°C).....	48
4.7	Inicio, Duración y Grados Días (GD) de la etapas fenológicas del cultivo de algodón Pima en lisímetros. Temperatura base (15.5 °C).....	49
4.8	Análisis de floración en parcelas experimentales y Lisímetros.....	50
4.9	Altura de planta en parcela experimental y Lisímetros.....	51

4.10	Rendimiento del cultivo de algodón en parcelas experimentales y lisímetros.....	52
4.11	ANVA para rendimiento de cultivo de algodón en parcela experimental.....	53
4.12	Prueba T en lisímetros para rendimiento de cultivo de algodón en lisímetros.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
2.1	Fenología de cultivo del algodón.....	6
2.2	Curva teórica del coeficiente de cultivo (Kc).....	15
2.3	Emisiones mundiales de gases de efecto invernadero GEI.....	17
2.4	Cambio climático.....	20
3.1	Climograma del valle medio Piura.....	22
3.2	Diseño de un lisímetro de nivel freático constante.....	24
4.1	Promedio de humedad gravimétrica (% ω) del suelo en condiciones lisimétricas..	40
4.2	Lámina de agua (mm) bajo condiciones lisimétricas.....	40
4.3	Kc para variedad UNP-01.....	46
4.4	Kc para variedad FUNDEAL-06.....	47
4.5	Altura de planta en parcelas experimentales y en lisímetros	51

ÍNDICE DE ANEXOS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
01	Resultados del Análisis Físico - Químico del suelo.....	61
02	Datos Promedio para calcular Densidad Aparente del Suelo.....	62
03	Contenido Promedio de Humedad Gravimétrica (Ω) por variedad bajo condiciones Lisimétricas.	62
04	Requerimiento Hídrico y Kc en la Etapa I – Variedad UNP-01.....	63
05	Requerimiento Hídrico y Kc en la etapa II – variedad unp-01.....	64
06	Requerimiento hídrico y KC en la etapa III – Variedad UNP-01.....	65
07	Requerimiento hídrico y Kc en la etapa IV – Variedad UNP-01.....	66
08	Requerimiento hídrico y Kc en la etapa I variedad Fundeal-06.....	67
09	Requerimiento hídrico y Kc en la etapa II variedad Fundeal-06.....	68
10	Requerimiento hídrico y Kc en la etapa III – variedad Fundeal-06.....	69
11	Requerimiento hídrico y Kc en la etapa IV – Variedad Fundeal-06.....	70
12	Datos meteorológicos Marzo 2010, de la estación Meteorológica Agrícola principal – Miraflores – UNP.....	71
13	Datos meteorológicos Abril 2010, de la Estación Meteorológica Agrícola Principal – Miraflores – UNP.....	72

14	Datos meteorológicos Mayo 2010, de la Estación Meteorológica Agrícola Principal – Miraflores – UNP.....	73
15	Datos meteorológicos Junio 2010, de la Estación Meteorológica Agrícola Principal – Miraflores – UNP.....	74
16	Datos meteorológicos Julio 2010, de la Estación Meteorológica Agrícola Principal – Miraflores – UNP.....	75
17	Datos meteorológicos Agosto 2010, de la Estación Meteorológica Agrícola Principal – Miraflores – UNP.....	76
18	Datos meteorológicos Setiembre 2010, de la Estación Meteorológica Agrícola Principal – Miraflores – UNP.....	77
19	Datos meteorológicos Octubre 2010, de la Estación Meteorológica Agrícola Principal – Miraflores – UNP.....	78
20	Evapotranspiración máxima diaria y total del Cultivo de Algodón, en Lisímetros.....	79
21	Grados Días con temperatura base de 12 y 15.5 °C.....	84
22	Altura de planta en parcelas experimentales en cm.....	88
23	Altura de planta en lisímetros en cm.....	88
24	Datos para obtener el rendimiento en parcelas y lisímetros.....	89
25	Curva de coeficiente de cultivo Kc para variedad UNP-01.....	89
26	Curva de coeficiente de cultivo Kc para variedad FUNDEAL-06.....	90
27	Estado del área de los Lisímetros antes de la rehabilitación.....	90
28	Pintado de lisímetros con pintura Epóxica y esmalte plateado.....	91
29	Colocación de capas de suelo en los Lisímetros.	91
30	Estado del área de los Lisímetros después de la rehabilitación.....	91

31	Limpieza y gradeo en seco del terreno experimental.....	92
32	Riego de machaco en terreno experimental.....	92
33	Marcación de terreno experimental.....	92
34	Siembra en campo experimental.....	93
35	Siembra en lisímetros.....	93
36	Lisímetros en funcionamiento	93
37	Emergencia en parcela experimental	94
38	Emergencia en lisímetros.....	94
39	Primer riego en parcela experimental.....	94
40	Segundo riego en parcela experimental.....	95
41	Floración en parcela experimental.....	95
42	Prueba de incidencia de GRI y control biológico.....	95
43	Ataque de Gusano Rosado de la India que alcanzó daños económicos.....	96
44	Cosecha de Algodón en parcela experimental.....	96
45	Cosecha de Algodón en lisímetros.....	96
46	Pesado de algodón cosechado en parcela experimental.....	97
47	Pesado del algodón cosechado en lisímetros.....	97
48	Muestreo de suelo en Lisímetros.....	97
49	Croquis de parcela experimental.....	98
50	Planos del lisímetro - Corte Longitudinal (A – A) de un lisímetro.....	99
51	Planos del lisímetro - Vista isométrica de un lisímetro.....	100

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El algodón es el producto agrícola no comestible, de mayor intercambio comercial en el ámbito mundial.

La producción algodonera mundial está concentrada en una mayor proporción sobre la franja tropical del planeta, en respuesta fundamentalmente a la distribución de la temperatura. El continente asiático es el mayor productor de algodón con 47.5 millones de toneladas, seguido por América del Norte y Central con el 18.3%, América del Sur representa el 5.2% de la producción mundial de algodón.

El Perú, se ubica en la categoría de “buenos rendimientos” con 1633 kg/ha. La producción algodonera en el Perú, como producto comercial, empieza alrededor de 1830, exportándose al mercado británico principalmente. El período comprendido entre 1962 y 1964 constituye la etapa cumbre de la producción algodonera peruana, como resultado de la mayor cantidad de área sembrada en la historia; 275,000 has, en 1962 y 260,000 has entre 1963 y 1964.

En los últimos 10 años la producción algodonera nacional, ha experimentado una reducción drástica, particularmente en la costa norte del país, como consecuencia de diversos factores adversos, entre ellos la variabilidad climática (El Niño), los precios bajos y la baja rentabilidad del cultivo.

La variabilidad climática, juega un rol importante en la producción algodonera nacional, pues no solo representa un riesgo para el crecimiento del cultivo, sino que también constituye un factor de incertidumbre para toda la cadena productiva, al vincular fenómenos climáticos como El Niño, se refleja en la baja intención de siembra y la reducción considerable de la productividad, así como la pérdida directa de algunas cosechas.

La oportuna satisfacción de las necesidades hídricas del algodonero, genera un buen desarrollo vegetativo, al igual que una buena producción, sin mucha pérdida de órganos; en cambio el exceso de agua produce un “enviciamiento” de la planta, entrenudos largos, hojas anchas y succulentas, poca fructificación, pérdida de bellotas y órganos

reproductivos, se alarga el período vegetativo y se forma un microclima apropiado para las enfermedades y plagas; mientras por otro lado, el déficit de agua, genera plantas pequeñas, promueve botoneo floral temprano y abundante, y una floración forzada. El riego inoportuno ocasiona una intensa caída de botones, flores y bellotas chicas.

El algodónero consume poca agua según el patrón de la evapotranspiración y sus necesidades fisiológicas. La evapotranspiración depende de factores meteorológicos y la disponibilidad de agua en el suelo. La evapotranspiración total puede variar con el tamaño de la planta o el área foliar. El pico de cobertura foliar del algodón ocurre entre los 75 – 81 días después de la siembra y esto resulta en un máximo uso de agua diarios, entre 8 a 10 mm.

La FAO sostiene que, dependiendo del clima y la duración del periodo vegetativo, el algodón necesita unos 700 a 1300 mm de agua para atender sus necesidades. Durante los primeros estadios de crecimiento, las necesidades de agua son reducidas, próximas al 10% del total, el mismo que aumenta durante el periodo de floración, cuando la superficie foliar está en su plenitud, utilizando entre el 50 y 60% del total. Luego las necesidades se disminuyen en forma lineal.

HIPÓTESIS

El módulo actualmente utilizado en el riego del Algodonero en Piura está sobredimensionado, porque no se aplica en forma técnica.

OBJETIVO

Determinar el módulo real de riego y el comportamiento de las necesidades hídricas del cultivo de algodón Pima (*Gossypium barbadense*), frente al cambio climático, en el valle del Medio Piura, utilizando para ello una parcela experimental.

CAPÍTULO 2

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ORIGEN DEL CULTIVO DEL ALGODÓN

BROWN, H.B. y WARE J.O. (1961), señalan que, en la antigüedad, el algodón fue introducido en la China desde la India, pero se desconoce la fecha exacta, desde ahí fue llevado hacia Corea, Japón, Asia Central y Occidental. Por otro lado, en el PERÚ los hallazgos arqueológicos indican que el algodón ya existía aproximadamente en el año 2500 a.C. el Perú aparentemente ocupa parte de la región considerada como el centro de origen de los algodones del nuevo mundo (estribaciones occidentales de la Cordillera de los Andes, Perú – Ecuador - Colombia) de este se derivan la rama o series de algodones sudamericanos, aunque también es originaria de la rama de algodones norteamericanos. Estas ramas de algodones fueron transportadas, a raíz del descubrimiento de América, a muchos puertos africanos y desde allí se dispersaron por todo el continente, llegando hasta Egipto donde fue introducido y mejorado siendo este algodón el que utilizan hoy en día.

2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA:

BROWN, H.B. y WARE J.O., (1961) clasifican al género *Gossypium* más completa esa la siguiente:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógamas
Subdivisión	: Angiospermas
Clase	: Dicotiledóneas
Subclase	: Archiclamídeas
Orden	: Malvales
Género	: <i>Gossypium</i>
Especie	: <i>Gossypium barbadense</i> L
Variedad	: Pima

2.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS GENOTIPOS ESTUDIADOS

Se ha considerado para este trabajo de investigación las siguientes variedades:

2.3.1. UNP-1: Según *NIEVES (2004)* el origen de este cultivar es una mezcla uniforme de 20 linajes homocigotos, a nivel de S₄, tomando como base, semilla original del Pima S₅ norteamericano. Cada línea componente, fue estrictamente seleccionada y estudiada varios años por alta adaptabilidad, alta precocidad, menor altura de planta, buena floración y buena calidad de fibra. No es susceptible al efecto de la tropicalización del clima y no se envicia fácilmente. El cultivar UNP-1, es de crecimiento semideterminado y de fibra extralarga, con mayor longitud de fibra que los llamados supimas norteamericanos. Presenta entre otras, las siguientes características:

✓ Longitud de fibra	: Extralarga, de 38.1 a 39.0 mm
✓ Resistencia de fibra	: 98,000 a 150,000 lbs/pulg ²
✓ Finura	: 3.3 a 4.0 unidades micronaire
✓ Uniformidad	: 48 – 52 %
✓ Altura de planta	: 185.6 cm
✓ Numero de nudos	: 25
✓ Numero de ramas fruteras	: 18
✓ Rendimiento de algodón rama	: 25 cargas/ha.
✓ Peso de mota	: 4.6 g.

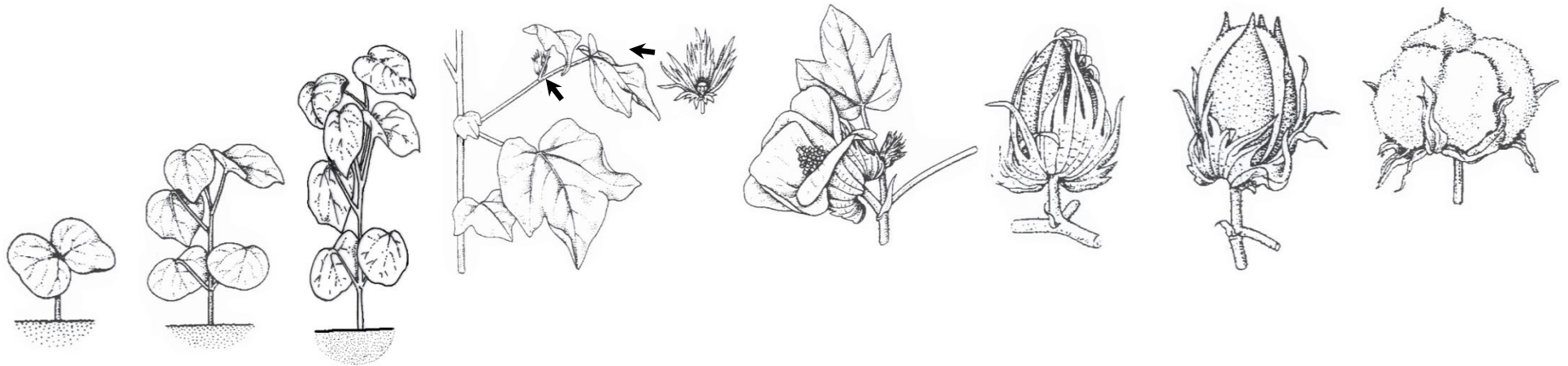
2.3.2. FUNDEAL 6 (CPR II- 3): REYES (2004), nos dice que esta variedad, fue lanzada en el 2003, que es altamente tolerante al complejo parasitario radicular Nemátodo – Fusarium, causante de la fusariosis o “marchitez”. Tiene una resistencia de fibra superior a 40 gr/tex y sus rendimientos superan al promedio de los cultivares actuales. Entre sus características más importantes, podemos señalar las siguientes:

✓ Emergencia (DDS)	: 5 días
✓ Primer botón floral (DDS)	: 35 días
✓ Primera flor (DDS)	: 60 días
✓ Primera bellota abierta (DDS)	: 112 días
✓ Ciclo vegetativo (días)	: 210 – 225
✓ Peso de la mota (g)	: 14.8
✓ Porcentaje de fibra (%)	: 32

✓ Acude	: 3.13
✓ Peso de 100 semillas (g)	: 4.8
✓ Índice de fibra (g)	: 7.00
✓ Longitud de la fibra (mm, pulg)	: 39.0, 1.9/16
✓ Uniformidad (%)	: Mayor de 48
✓ Micronaire (mic)	: 3.6 – 3.8
✓ Resistencia (gr/tex)	: 38 – 40
✓ Elongación (%)	: 6.2
✓ Color	: Blanco
✓ Algodón rama	
Rendimiento potencial (Kg, cargas/ha)	: (6000), (35)
Rendimiento de campo (Kg, cargas/ha)	: (4200), (25)
✓ Tolerancia a Fusarium	: Alta

2.4. FENOLOGÍA DEL CULTIVO DE ALGODÓN; *SENAMHI*

Figura 2.1: Fenología de cultivo



EMERGENCIA	TERCERA HOJA VERDADERA	QUINTA HOJA VERDADERA	BOTÓN FLORAL	FLORACIÓN	FORMACIÓN DE BELLOTAS	APERTURA DE BELLOTAS	MADURACIÓN
Aparición de los cotiledones por encima de la superficie del suelo	Se observa la tercera hoja verdadera en la planta.	Se observa la quinta hoja verdadera en la planta.	Se aprecia el primer botón floral. Los botones tienen la forma de una pirámide de tres lados. Se anota la fase cuando el botón floral alcanza de 3 a 5 mm.	Aparece la primera flor, manteniéndose abierta usualmente un solo día. Se abre en la mañana y después de cambiar de color, se marchita antes del anochecer.	Aparecen las primeras bellotas bien formadas, las bellotas alcanzan aproximadamente 1 cm de tamaño.	Se observa una abertura en el extremo superior de las bellotas, de aproximadamente 1 cm de ancho y pueden verse las fibras del algodón.	La bellota se encuentra totalmente abierta. Las fibras del algodón se notan plenamente.

2.5. REQUERIMIENTOS TÉRMICOS

YAURI (2004), Señala que las temperaturas extremas; máxima y mínima marcan el ritmo de oscilación diaria de la disponibilidad térmica, que guardan una mayor relación con las situaciones de estrés a la que los procesos fisiológicos de la planta pueden estar sometidos. Los requerimientos térmicos de los cultivos, están más asociados a las temperaturas medias diurnas.

El mismo autor; cita que la amplitud del régimen térmico (ΔT) indica la fluctuación de la energía disponible y puede interpretarse como la facilidad que proporciona el medio para la translocación de fotosintatos a los órganos de acumulación y de reserva.

$$\Delta T = T_{max} - T_{min}$$

Así mismo, reporta que los grados días o unidades térmicas se utiliza a menudo en agronomía para estimar o predecir la longitud de las diferentes fases de desarrollo de las plantas. Los grados días constituye la evaluación simplificada de la energía disponible que tiene la planta en forma diaria, que en el periodo de una fase de desarrollo acumula energía diaria que se sitúa por encima de la condición mínima y por debajo de la máxima exigida por la planta. Señala que, el número de grados días (GD) se calcula por el método de la “integral térmica” de De Candolle o método residual. Formula de Reddy

$$UC = \left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right) - (U_{15.5})$$

Dónde:

T = Temperatura media diaria

To = Temperatura base

2.6. REQUERIMIENTOS HÍDRICOS

YAURI (2009). Indica que los requerimientos hídricos de un cultivo consisten en la demanda máxima de agua, con la cual su actividad fotosintética opere en condiciones óptimas, asegurando con ello su rendimiento potencial, además estas necesidades de agua varían de una variedad a otra y de una fase fenológica a otra. La determinación de las necesidades de agua de los cultivos, es el paso previo para establecer los volúmenes de agua que será necesario aportar con el riego.

GARCÍA (1992), indica que el manejo eficiente del agua de riego está determinado por los factores del clima, suelo y cultivo. La forma como se aplica y distribuye el agua, deberá permitir entregar el agua al cultivo en cantidad y oportunidad adecuada.

2.7. HUMEDAD DEL SUELO

ZVALETA (1992), señala que el agua es una propiedad muy dinámica y de la cantidad y el tiempo de permanencia en el suelo, puede ser benéfico o actuar negativamente en relación al crecimiento de las plantas. Cuando hay exceso de agua se pierde los nutrientes por lavaje, cuando la evaporación es alta y el agua es escasa hay acumulación de sales disueltas en la capa superficial en concentraciones dañinas para las plantas. El agua en el suelo está continuamente bajo la influencia de una o más fuerzas que determinan su estatus de energía o potencial y es importante debido a su relación con la retención y movimiento del agua en los suelos.

Según, **FUENTES (2003)**, las principales características físicas del suelo que afectan a la retención del agua son la textura, estructura y porosidad.

2.8. PARÁMETROS HÍDRICOS

GARCÍA (1992), define los parámetros hídricos, como:

- a) **Capacidad de Campo (CC)**, es cuando el suelo pierde toda su agua gravitacional por infiltración, y se convierte en no saturado. Así cuando en el perfil del suelo cesa de drenar, el agua está en equilibrio y a esta situación se denomina perfil en

capacidad de campo (cc) y ello representa la máxima lámina de agua (gcc) que el suelo puede retener en sus espacios porosos. Para todos los suelos, la tensión a CC es 0.33 bares en promedio.

$$g_{cc} = \bar{\theta}_{cc} * L$$

gcc = Lámina de agua (mm) almacenada en la capa L.

$\bar{\theta}_{cc}$ = Contenido promedio de la humedad volumétrica en la capa L

L = Profundidad del suelo (mm).

- b) **Punto de Marchitez (PMP)**, cuando el flujo de agua en el suelo, no satisface la demanda de la atmósfera, y la planta entra en marchitez, significa que la reserva de agua en el suelo está en el fin. El PMP, es el límite inferior de humedad, en la cual la reserva de agua en el suelo se agota. Para todos los suelos, la tensión a PMP es 15 bares en promedio.
- c) **Agua Disponible (A.D)**, es el agua que la planta puede utilizar fácilmente. Su magnitud está dada como la diferencia entre la lámina de agua en capacidad de campo (g_{cc}) y la lámina de agua en el punto de marchitez permanente (g_{pmp}). Puede cuantificarse con cualquiera de las siguientes expresiones:

$$AD = (\theta_{CC} - \theta_{PMP}) \text{ — — — — — } cm^3/cm^3$$

$$AD = (\theta_{CC} - \theta_{PMP}) * 100 \text{ — — — — — } \%$$

$$AD = (g_{CC} - g_{PMP}) \text{ — — — — — } mm$$

FUENTES (2003), señala, en cuanto a los valores de energía de retención del agua, la capacidad de campo se alcanza cuando la tensión matricial tiene un valor medio de 0.33 atmósferas. Y el P.M.P se alcanza cuando la tensión matricial tiene un valor medio de 15 atmósferas, 15 bares, o 1.5 MPa.

ISRELSSEN y HANSEN (1965) señalan las siguientes propiedades para distintos tipos de suelo. Ver Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1: Propiedades físicas para distintos tipos de suelo.

Textura del suelo	Porosidad (%)	Densidad aparente (gr/cm ³)	C.C. (% en peso)	P.M.P (% en peso)	Humedad disponible	
					% en peso	% en volumen
Arenoso	32-42	1.55-1.80	06-12	02-06	04-06	06-10
Franco arenoso	40-47	1.40-1.60	10-18	04-07	06-10	09-15
Franco	43-49	1.35-1.50	18-26	08-12	10-14	14-20
Franco arcilloso	47-51	1.30-1.40	23-31	11-15	12-16	16-22
Arcillo arenoso	49-53	1.25-1.35	27-35	13-17	14-18	18-23
Arcilloso	51-55	1.20-1.30	31-39	15-19	16-20	20-25

2.9 EVAPOTRANSPIRACIÓN Y COEFICIENTE DE CULTIVO (Kc)

2.9.1. EVAPOTRANSPIRACIÓN

FUENTES (2003), define a la evapotranspiración (o uso consuntivo de agua) como la cantidad de agua transpirada por el cultivo y evaporada desde la superficie del suelo, en donde se encuentra éste. La cantidad de agua que las plantas transpiran es mucho mayor que la que retienen. La transpiración puede considerarse, como el consumo de agua de la planta.

La evapotranspiración, es la cantidad total de agua perdida desde el suelo y las plantas, durante el periodo vegetativo del cultivo. Sus valores se expresan en términos absolutos, total centímetros (cm) de agua o cm/día; por tanto, es una guía para orientar la cantidad de agua por agregar en el suelo. **ZAVALETA (1992)**.

Según **MONTERO (2008)**, la evapotranspiración, es el proceso que resulta del efecto combinado de la evaporación de un suelo húmedo y la transpiración correspondiente de un cultivo activo en estado de crecimiento. Indica que la evapotranspiración actual (ETA), se define con la siguiente ecuación:

$$ETA = ETP \times K$$

Dónde:

ETA = Evapotranspiración Actual o Real

ETP = Evapotranspiración Potencial

$K = K_c \times K_s \times K_h$

K_c = Factor de cultivo

K_s = Factor suelo

K_h = Factor de humedad

Para condiciones óptimas de suelo y humedad los factores correspondientes tienden a ser igual a la unidad.

Según **GARCÍA (1992)**, la evapotranspiración es la pérdida de agua hacia la atmósfera, por evaporación del suelo o superficie del agua y transpiración por los estomas de las hojas de la planta. Suele expresarse en milímetros de altura de agua evapotranspirada en cada día (mm/día), cantidad que variará según el clima y el cultivo. Define el concepto de evapotranspiración real y potencial.

2.9.2. EVAPOTRANSPIRACIÓN ACTUAL O REAL (E), es la pérdida de agua desde campos de cultivo en cualquier instante, independiente de su estado de desarrollo y bajo las condiciones climatológicas reinantes. En ciertas circunstancias es igual a la evapotranspiración potencial. Es de importancia su conocimiento, ya que permite establecer con la evapotranspiración potencial el índice de rendimiento vegetativo. Se dice que cuanto más próximo a la unidad sea su valor, la planta se encuentra más próxima a las condiciones ideales de su crecimiento y desarrollo.

2.9.3. EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (Eo), es la pérdida de agua desde extensos campos de cultivo en su estado de crecimiento y desarrollo intenso, con el suelo sin déficit de agua. La Eo, constituye la máxima cantidad de agua que puede pasar a la atmósfera. Sin embargo, mediciones realizadas con evapotranspirómetros y

lisímetros indican que no siempre la E_o es mayor que la E , ya que, en las fases de intenso desarrollo del cultivo, sin déficit de agua, ocurre lo inverso. Originándose el término *Evapotranspiración de Referencia*. Cuando el suelo de un campo de cultivo se mantiene sin déficit de agua, la evapotranspiración real (E) alcanza su valor más alto, el cual es denominado EVAPOTRANSPIRACIÓN MÁXIMA (E_m), esta depende del tipo de cultivo y de sus fases fenológicas (alcanzando sus valores más altos, en las fases de crecimiento y desarrollo intenso). Es así cuando se elige un cultivo específico, (*Paspalum notatum* o césped) que se mantiene a una altura constante (8 – 15cm) y, en condiciones de óptima humedad del suelo; la E_m en esta situación, es conocida como E_o , que depende únicamente de los elementos climáticos y el cultivo específico en su fase de desarrollo activo e intenso. Expresa, también, la posibilidad máxima de la actividad fotosintética del cultivo.

2.9.4. CUANTIFICACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN, Para cuantificar la evapotranspiración en forma directa se utiliza lisímetros y evapotranspirómetros. Los **LISÍMETROS** son dispositivos formados por un tanque con área mínima de $4m^2$, pudiendo alcanzar hasta $10m^2$, su profundidad depende del cultivo, lo ideal es de 1 a 1.2m sobre todo para cultivos anuales. Para llenar el recipiente se inicia con una capa de cascajo, otra de arena fina y luego es colocado el suelo, obedeciendo las capas a su perfil. Constituido el tanque, se siembra un cultivo cuya pérdida continua de agua se desea conocer. El lisímetro permite conocer la evapotranspiración real (E), la cual, sino existe restricción de humedad, constituye la evapotranspiración máxima (E_m). En trabajos lisimétricos debe tenerse en cuenta el tamaño del lisímetro, las condiciones físicas del suelo dentro del lisímetro, el cultivo dentro del lisímetro (densidad, tipo de siembra, tamaño, etc.) y efecto del entorno o borde. **GARCÍA (1992).**

Los lisímetros, según **ELÍAS y CASTELLVÍ (1996)**, son bloques de suelo aislado, donde se controla su nivel de humedad, se utilizan para medir la evapotranspiración real con precisión. El lisímetro se ha utilizado como método de referencia a la hora de calibrar los distintos métodos de estimación de la evapotranspiración.

Para **FUENTES (2003)**, el lisímetro es un recipiente de gran tamaño lleno de tierra en donde se siembra la planta objeto de estudio y se cultiva de la forma más parecida posible a como se efectúa el cultivo en el campo. Se coloca a la intemperie. Este método es costoso y difícil, por lo que sólo se realiza en trabajos de investigación.

Informa también, que existen otros métodos empíricos que evalúan la evapotranspiración a partir de datos climáticos y de otra clase. Entre ellos destacan los 4 métodos estudiados por Doorembos y Pruitt en la publicación de FAO *las necesidades de agua de los cultivos*: métodos de Blaney – Criddle, de la radiación, de Penman y de la cubeta evaporimétrica. La evapotranspiración es:

$$ET = ETo * Kc$$

Dónde:

ET = Evapotranspiración de un cultivo determinado (mm/día).

ETo = Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día).

Kc = Coeficiente de cultivo.

2.9.5. ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (E_o)

YAURI (2004), establece que para determinar la E_o , existen diversos métodos, como el propuesto por un panel de expertos (FAO, Comisión Internacional de Riego y Drenaje y la Organización Meteorológica Mundial (OMM)). Este, es un método combinado de las ecuaciones de Penman-Monteith, Resistencia Aerodinámica y Resistencia Superficial, denominado método “FAO PENMAN - MONTEITH”, en donde el cultivo de referencia es un cultivo hipotético asumiendo que tiene una altura de 0.12 m, una Resistencia Superficial de 70 s m^{-1} y un albedo de 0.23, pareciéndose a la evaporación de una extensa superficie de césped.

$$E_o = \frac{0.408 \Delta(Rn - G) + Y \left(\frac{900}{T + 273} \right) * U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + Y(1 + 0.34 U_2)}$$

Dónde:

E_o = Evapotranspiración potencial o de referencia en mm/día

Rn = Radiación neta en la superficie del cultivo [$\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$]

G = Densidad de flujo de calor en el suelo [$\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$]

T = Temperatura media diaria del aire a 2m de altura ($^{\circ}\text{C}$)

U_2 = Velocidad del viento a 2m de altura (m/s)

e_s = Presión de vapor de saturación a la temperatura del aire (KPa)

e_a = Presión de vapor actual (KPa)

$e_s - e_a$ = Déficit de presión de vapor de saturación (KPa)

Δ = Gradiente de la curva de presión de vapor de saturación [$\text{KPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$]

γ = Constante psicrométrica [$\text{KPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$]

FUENTES (2003), manifiesta que el método de Penman se utiliza en zonas donde se disponga de datos meteorológicos: temperatura, radiación, humedad y viento. Es el más exacto de los que utilizan fórmulas empíricas para predecir las necesidades hídricas de los cultivos.

2.9.6. COEFICIENTE DE CULTIVO (K_c)

GARCÍA (1992), cita que el K_c , es un parámetro que permite, estimar la evapotranspiración real máxima (E_m) de un cultivo en función de la evapotranspiración potencial (E_o) y conocer la demanda hídrica de un cultivo en ausencia de lisímetros. Los valores máximos corresponden al estado de pleno desarrollo del cultivo y los más bajos al de establecimiento. El K_c se determinan por:

$$K_c = E_m/E_o$$

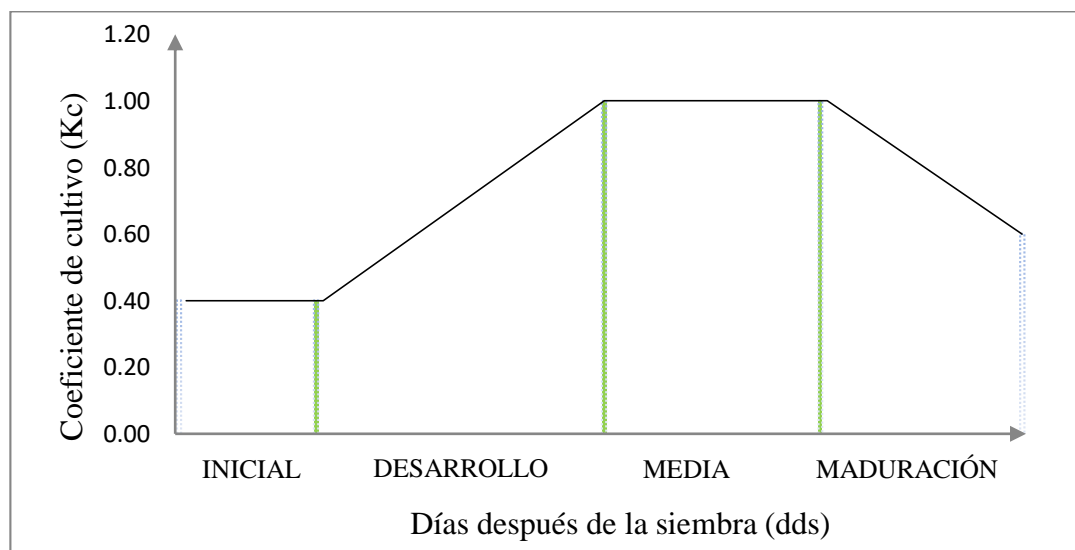
VÁSQUEZ (2000), informa que el coeficiente de cultivo (K_c) describe las variaciones de la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que se van desarrollando, desde la siembra hasta la recolección. Los factores que afectan los valores de K_c son principalmente las características del cultivo, fecha de siembra, ritmo de crecimiento, desarrollo del cultivo, duración del periodo vegetativo,

condiciones alimenticias y la frecuencia de lluvia o riego, especialmente durante la primera etapa de crecimiento.

El K_c depende de las características de la planta y también del clima, especialmente de la humedad relativa y velocidad del viento. **FUENTES (2003).**

- **Primera etapa: Inicial o de establecimiento del cultivo**, abarca desde la siembra hasta que el cultivo queda plenamente establecido. Cubre un 10% de la superficie del suelo.
- **Segunda etapa: Desarrollo del cultivo**, abarca desde el final de la etapa anterior (10% de cobertura) hasta que el cultivo cubre de forma efectiva la superficie del suelo (no menos del 70-80% de esta).
- **Tercera etapa: Mediados del período**, o de máxima evapotranspiración; abarca desde el 70-80% de cobertura hasta la iniciación de la maduración del cultivo, que se manifiesta por el envejecimiento del follaje.
- **Cuarta etapa: Final o de maduración y cosecha**, abarca desde la madurez (disminución del consumo de agua) hasta la cosecha o recolección.

Figura 2.2. Curva teórica del coeficiente de cultivo (K_c)



2.10. CAMBIO CLIMÁTICO

Panel Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático (IPCC) (2007), afirma, que el cambio Climático, se muestra en el calentamiento global, caracterizado por una tendencia al incremento de la temperatura en la atmosfera terrestre y en los océanos, en los últimos 100 años la temperatura global aumentó 0.74°C y de acuerdo a las proyecciones, el incremento será entre 1.8 hasta 4.0°C hasta el año 2100.

GENG (2008), señala que el cambio climático, es un desequilibrio cuyo origen es el calentamiento global de la tierra producido por los Gases de Efecto Invernadero. Este trastorno tiene impacto directo en la producción de alimentos. El retroceso de los glaciares y sus efectos se aprecian en la agricultura y el suministro de agua potable en las ciudades.

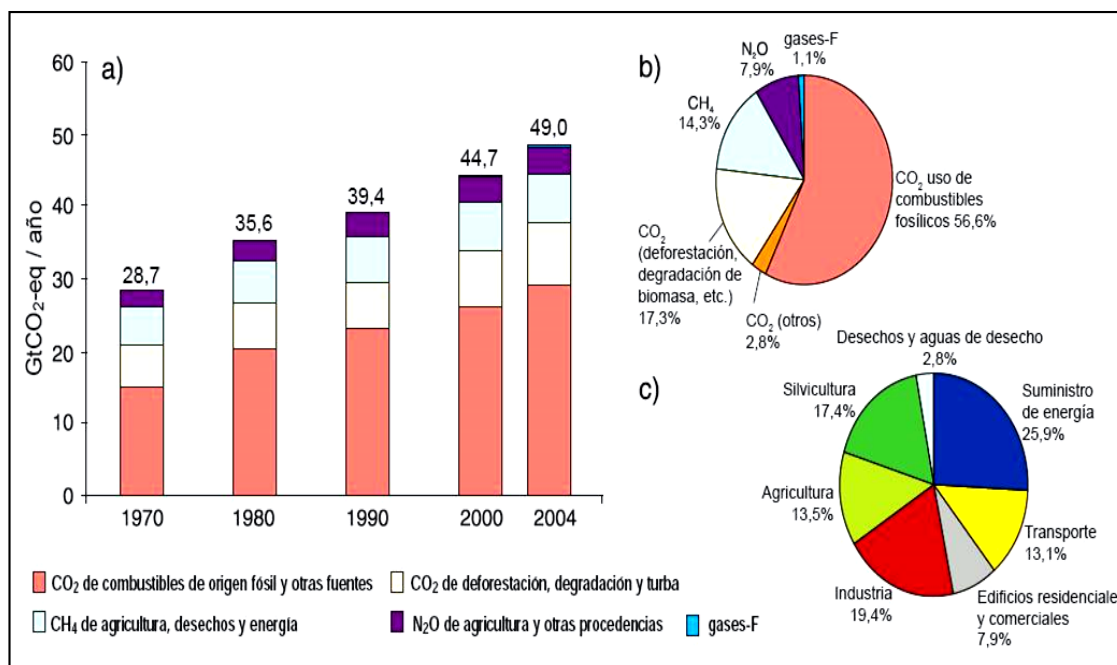
2.10.1. CAUSAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El Panel Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático IPCC (2007), señala que:

- El cambio climático, se debe en gran medida a la actividad humana, la expansión de las industrias y el acelerado crecimiento poblacional. Es consecuencia también de la quema de petróleo, carbón y gas natural y, en menor escala de la deforestación o la quema de los bosques para la agricultura. Con ello se tiene el aumento de gases de efecto invernadero, y aumento de la temperatura de la tierra.
- Las emisiones mundiales de GEI por efecto de actividades humanas han aumentado, desde la era preindustrial, en un 70% entre 1970 y 2004. Ver Figura 2.3.
- Las concentraciones atmosféricas mundiales de CO₂, metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) han aumentado notablemente por efecto de las actividades humanas desde 1750, y son actualmente muy superiores a los valores preindustriales, determinados a partir de núcleos de hielo que abarcan muchos milenios.

- La mayor parte del aumento observado del promedio mundial de temperatura desde mediados del siglo XX se debe probablemente al aumento de las concentraciones del GEI.

Figura 2.3: Emisiones mundiales de gases de efecto invernadero GEI



2.10.2. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Galarza (2008), indica que el cambio climático, está afectando al país en su sistema de montañas (derretimiento de glaciares). La situación que se agravará y repercutirá en la disponibilidad de agua de las cuencas que abastecen los valles y grandes ciudades costeras. Asimismo, el cambio de la temperatura implicará la necesidad de adaptar las células de cultivos existentes en varias zonas del país.

Panel Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático (IPCC) (2007), la agricultura más vulnerable será aquella localizada en regiones de baja latitud, debido a la reducción de las disponibilidades hídricas. El incremento de las sequías y las inundaciones afectaran negativamente las producciones agrícolas locales. Así mismo, afirman que el Cambio Climático podría afectar de manera notable al ciclo hidrológico, alterando la intensidad y la distribución temporal y espacial de la precipitación, de la escorrentía superficial y de la

recarga de agua, produciendo impactos diversos sobre diferentes ecosistemas naturales y actividades humanas. Se prevé una disminución de la producción agrícola (alimentos y de fibras). Los fenómenos extremos (crecidas, sequías, heladas o tormentas) podrían perjudicar los pastizales y la producción agrícola.

2.10.3. MANIFESTACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PERÚ

Según PDRS – GTZ (2008), el Cambio Climático en el Perú es una realidad, y las principales manifestaciones se reflejan en una mayor frecuencia e intensidad de El Niño, retroceso de glaciares y aumento de la temperatura.

- Fenómeno El Niño (FEN), solía ocurrir cada 60 años, pero en los últimos 25 años, ocurrieron dos sucesivos FEN (1982 -83 y 1997 – 98), causando grandes daños en infraestructura, producción agrícola y salud humana.
- Retroceso de glaciares, principales fuentes de agua en el país, también es un tema preocupante; según estudios especializados del IPCC, en los últimos 35 años se han perdido aproximadamente 22% de los glaciares.
- Aumento de la temperatura, originará la reducción de la productividad de ciertos cultivos y zonas, afectando su desarrollo y normal crecimiento, aparecerán nuevas plagas y enfermedades.
- Elevación del nivel del mar, afectará la costa entera del Perú, causando daños en infraestructura, ciudades y áreas agrícolas, poniendo en peligro ecosistemas sensibles como los manglares y humedales de la costa.
- Otras manifestaciones: reaparición de epidemias tropicales afectando a los sectores más vulnerables (niños y ancianos), disminución de la diversidad biológica en ciertos bosques y ecosistemas y creciente desertificación con pérdida de suelos agrícolas.

2.10.4. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Según el *IPCC (2007)*, las medidas de adaptación están encaminadas a reducir la vulnerabilidad de la sociedad al Cambio Climático; reducir los impactos adversos del cambio y variabilidad del clima. La vulnerabilidad al Cambio Climático puede resultar exacerbada por otros factores de estrés, pobreza, acceso desigual a los recursos, inseguridad alimentaria, tendencias de la globalización económica, incidencia de enfermedades.

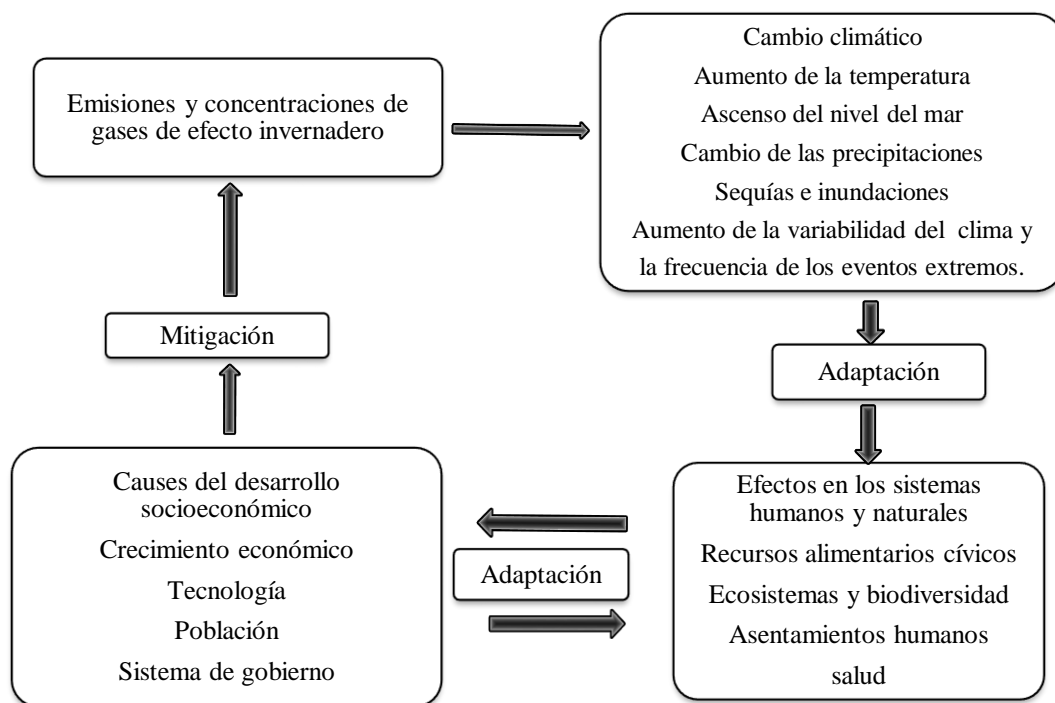
Además reportan, que la capacidad adaptativa está íntimamente relacionada con el desarrollo social y económico. Un ejemplo de adaptación planificada para el sector Agricultura; es modificar las fechas de siembra y plantación y las variedades de cultivo; reubicar cultivos; mejorar la gestión de las tierras (por ejemplo, control de la erosión y protección del suelo mediante la plantación de árboles). Ver Figura N° 04.

PDRS – GTZ (2008), propone algunas medidas de adaptación al cambio climático que se pueden aplicar en el Perú.

- Promover sistemas diversificados de producción de cultivos y especies más resistentes al cambio climático utilizando variedades mejoradas, fertilización orgánica, tecnologías de riego ahorrativas.
- Optimizar el uso del agua de los reservorios, embalses y reducción sustancial de las pérdidas de agua en los canales de riego.
- Aprovechar los acuíferos subterráneos, con la electrificación de los pozos de agua y reconversión de cultivos con mayor rentabilidad y uso proporcional del agua.
- Mejorar la calidad de los drenajes, defensas ribereñas, y de las vías de acceso rural.
- Cuidar y conservar las fuentes de agua situadas en la parte alta de las cuencas, mediante sistemas de forestación, reforestación y agroforestería.
- Hacer estudios y asegurar el seguimiento para contrarrestar las nuevas plagas y enfermedades que afectan a la agricultura.
- Usar y adecuar medidas de lucha contra la desertificación y la sequía, incrementando la fertilidad y la conservación del suelo.

- Formular balances hidrológicos más ajustados y reales para evitar mayor presencia de conflictos por el agua.
- Promover sistemas de seguros agropecuarios frente a los impactos del cambio climático.
- Desarrollar investigación agrícola sobre la capacidad de adaptación del ganado y de cultivos.
- Proteger las zonas de cultivo que incrementan su grado de vulnerabilidad ante inundaciones y sequías.
- Zonificar y ordenar el territorio asignando los roles productivos considerando nuevos escenarios climáticos.

Figura 2.4: Cambio climático



CAPÍTULO 3

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 GENERALIDADES

3.1.1 LOCALIZACIÓN

El presente trabajo de investigación fue ejecutado en la PARCELA EXPERIMENTAL TUPAC AMARU II, de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura, Miraflores – Castilla.

3.1.2 UBICACIÓN POLÍTICA

Departamento: Piura
Provincia : Piura
Distrito : Castilla
Valle : Medio Piura.
Sector : Miraflores.

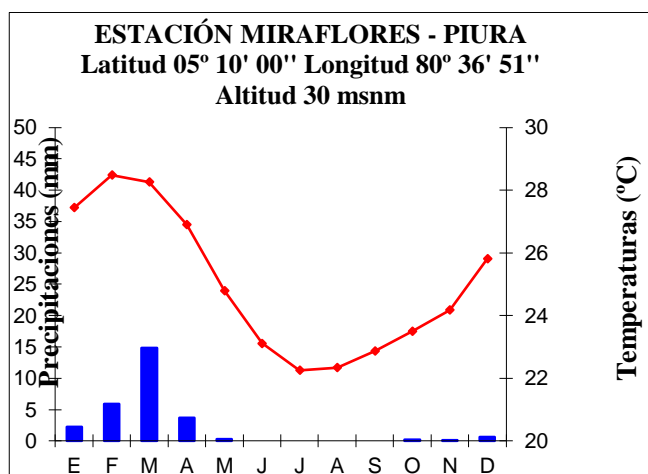
3.1.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Latitud : 5° 10'36'' Sur
Longitud: 80°37'32'' Oeste
Altitud : 30 m.s.n.m.

3.1.4 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LA ZONA

El clima del Medio Piura, según datos meteorológicos (1972 – 2008) de la Estación Miraflores, Castilla – Piura (SENAMHI), corresponden a una zona sub-tropical, cálido seco. Las precipitaciones son escasas, excepto cuando se produce el fenómeno de “El Niño”, años en que las lluvias son abundantes y excesivas. La zona se caracteriza por una temperatura máxima anual de 30.7 °C y una mínima de 19.3 °C. La temperatura ambiental promedio anual es de 25°C y una Humedad Relativa promedio de 69.5% (Figura 3.1).

Figura 3.1: Climograma del valle medio Piura. Fuente: SENAMHI (2008)



n	=	36 Años
<u>T</u>	=	25.0 (°C)
<u>Tmax</u>	=	30.7 (°C)
<u>Tmin</u>	=	19.3 (°C)
<u>AmpT</u>	=	11.4 (°C)
<u>P</u>	=	27.9 (mm)
<u>HS</u>	=	6.9 (Hrs)
<u>HR</u>	=	69.5 (%)

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1 MATERIAL VEGETAL

Se utilizaron dos variedades de Algodón Pima:

- UNP-1: Obtenida por la UNP. Esta variedad es utilizada en la Parcela Túpac Amaru de la Universidad, Obtenida por la Universidad Nacional de Piura (UNP)
- CPR III – 3 (FUNDEAL 6): Obtenida por la Fundación para el Desarrollo del Algodonero FUNDEAL.

3.2.2 MATERIALES Y EQUIPOS DE CAMPO

- EQUIPO: Muestreador de humedad del suelo
- Cilindros muestreadores
- Balanza
- Vernier, cinta métrica, wincha.
- Palana o lampa, estacas, cordeles, carteles.
- Tarjetas, plumones, libreta de campo, lápiz, lapiceros.
- Baldes y mangueras.
- Bolsas plásticas, sacos de polipropileno
- Mochila de fumigar
- Fertilizantes
- Insecticidas

3.2.3 MATERIAL DE LABORATORIO

- Materiales y equipos necesarios para el análisis de suelo
- Balanza de precisión
- Estufa
- Olla de presión
- Lunas de reloj

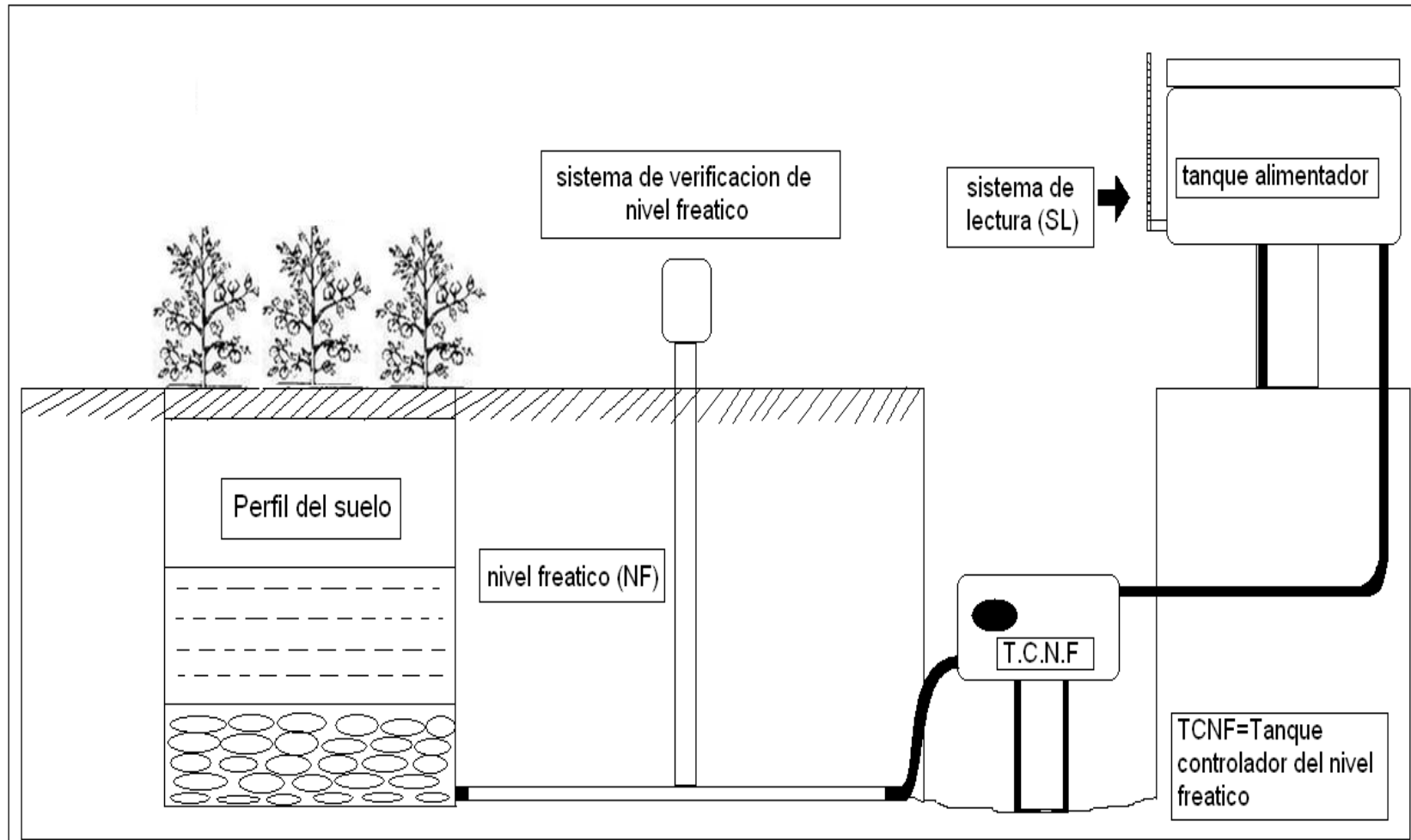
3.2.4 LISÍMETROS

El experimento se llevó a cabo en cuatro lisímetros del tipo de nivel freático constante, cuyo diseño estuvo conformado por:

- Tanque alimentador (TA): de plástico transparente (blanco). Este tanque es el encargado de suministrar el agua al sistema y lleva anexo una regla graduada en milímetros (mm) que constituye el sistema de lectura.
- Tanque controlador del nivel freático (TCNF) ó colector: de latón 1/8", mide 0.40 m de largo x 0.40m de ancho. Este tanque contiene una boya para controlar el nivel del agua.

- Tanque del cultivo (TC): de latón 1/8'', cuyas medidas son $2\text{m} \times 2\text{m} = 4\text{m}^2$ por 0.80m de profundidad, dispositivo en el cual se sembrara el cultivo de algodón Pima.

Figura 3.2: Diseño de un lisímetro de nivel freático constante



3.3 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

3.3.1 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL SUELO

Se realizó 4 calicatas de 85cm de profundidad, en 4 puntos elegidos al azar en la parcela experimental TUPAC AMARU II, de la Facultad de Agronomía - UNP, para determinar los horizontes del perfil del suelo y extraer las muestras respectivas.

El muestreo se hizo acorde con la diferenciación de las capas, los niveles determinados fueron: 0 – 20cm, 20 – 50cm, 50 – 70cm y 70 – 85cm. De cada nivel u horizonte se tomaron 4 muestras, que luego se homogenizaron y se obtuvo una muestra representativa de aproximadamente 1.0 Kg de peso en la cual se hará el análisis mencionado. En total se obtuvieron 16 muestras, de las cuales se obtuvo 4 muestras representativas para efectuar las determinaciones del Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1: Determinaciones del análisis físico químico del campo

DETERMINACIÓN	UNIDADES	MÉTODO
Clase textural	% partículas	Bouyoucos
Conductividad Eléctrica (C.E).	ds/m	Radiométrico
pH (1:2.5)	Unid. pH	Potenciométrico
Calcáreo (CaCO ₃)	%	Volumétrico
Materia orgánica	%	Walkley y Black
N total	% N	A partir de M.O.
P disponible	ppm P	Olsen
K asimilable	ppm K	Turbidimétrico
C.I.C.	cmol/kg	AC-NH ₄ ; 1N; pH=7
Ca ⁺⁺	cmol/kg	Complejométrico
Mg ⁺⁺	cmol/kg	Complejométrico
K ⁺	cmol/kg	Espectofotométrico
Na ⁺	cmol/kg	Espectofotométrico

3.3.2 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.3.2.1 REHABILITACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LISÍMETROS

Se utilizó el diseño de un lisímetro de nivel freático constante propuesto para el estudio (Figura N° 06), en el cual ya se había realizado un experimento previo similar.

Los tanques de cultivo (4 lisímetros) se ubicaron en la parte central de un área experimental de 803 m², enterrados a nivel del suelo; y necesitaban rehabilitación, que consistió primero en la compra de material y seguidamente los trabajos de rehabilitación o reacondicionamiento de Lisímetros propiamente dichos, que consistieron en:

En primer lugar se procedió a eliminar las malezas del área donde se realizaría el trabajo, para dejarlo en óptimas condiciones.

En seguida se procedió al desmontaje de los materiales y accesorios de los lisímetros de la anterior investigación, realizada en el área de la parcela experimental, donde se retiró todo el material que había en el tanque de cultivo, cuidando no dañar el perfil del suelo al sacarlo, una vez retirado se procedió a limpiar y lijado.

Una vez terminado el lijado se procedió a pintar el tanque de cultivo y el tanque controlador del nivel freático, con pintura epóxica y sobre esa capa, se le aplicó una capa de esmalte.

Cuando secó la pintura se procedió a cambiar las tuberías y el tanque alimentador de las estructuras lisimétricas y accesorios de control, para luego llenar los tanques de cultivos, primero con una capa (5cm) de grava o piedra lavada, otra capa (5cm) de confitillo o gravilla lavada, una capa (1cm) de arena fina lavada y finalmente se colocó el suelo de acuerdo al perfil determinado.

La implementación o puesta en funcionamiento de los lisímetros, condujeron a la necesidad de encontrar el nivel freático apropiado, de acuerdo a las dimensiones del tanque, que permitió por capilaridad mantener el perfil del suelo, en su mayor proporción, en condiciones de capacidad de campo. Para lo cual, se reguló la posición del tanque controlador y la boya, así como se realizó la muestra de humedad de suelo en el perfil de los lisímetros, hasta encontrar las condiciones óptimas de humedad. Este proceso se llevó a cabo en cuatro etapas:

Se agregó agua al tanque alimentador, de tal manera que a través del sistema el agua caiga al tanque colector, el cual regula el agua a través de una boya y permite que ingrese al tanque de cultivo, y ascienda por capilaridad a la superficie del mismo, hasta que toda el área esté en capacidad de campo.

En el transcurso de una semana se logró calibrar los cuatro lisímetros, dejándolos bajo condiciones óptimas de humedad, es decir, en capacidad de campo (CC).

3.3.2.2 PREPARACIÓN DEL TERRENO

- **Limpieza de terreno:** Se realizó a través del gradeo en seco con maquinaria agrícola con implemento liviano, para limpiar el campo de malezas, como el “cadillo”, “pasto rosado”, “abrojo”, dejándolo sin malezas y apto para el riego de machaco.
- **Riego de Machaco:** Se ejecutó mediante el método de riego por gravedad, inundando el campo experimental con la finalidad de darle al terreno la humedad adecuada para facilitar la labor de gradeo.
- **Aradura/gradeo en húmedo:** Se efectuó a los 6 días después del riego de machaco, y con el terreno a “punto”, se realizó esta labor de gradeo en húmedo, con la finalidad de lograr un buen mullimiento del suelo agrícola, dejándolo apto para la siembra.
- **Surcado:** Luego de efectuado el gradeo, se surcó el campo experimental, con ayuda de un surcador de 3 puntas, a un distanciamiento de 1.20 m .

- **Parcelación de terreno:** Esta labor se efectuó tomando como base el croquis establecido para el campo experimental, utilizando wincha, cordel, estacas, yeso y otros.

3.3.2.3 MANEJO AGRONÓMICO

- **Siembra.-** Se colocó en forma manual, 5 semillas por golpe en la costilla del surco, a un distanciamiento 1.20 metros entre surcos y de 0.30 m entre golpes.
- **Desahije.-** Efectuado a los 36 días después de la siembra (dds), eliminando las plantas más débiles y mal conformadas, dejando dos plantas por golpe.
- **Deshierbo.-** Se realizaron dos dehierbos en forma manual a los 47 y 87 días después de la siembra.
- **Fertilización.-** La primera y segunda fertilización se hicieron a base de Fosfato diamónico (18 – 46 – 0) y úrea (46%) a los 50 días después de la siembra (21/04/2010) y a los 111 dds (20/06/2010).
- **Riegos.-** Además del riego de machaco, se efectuaron tres riegos, el primer riego fue a los 44 dds (15/04/2010), el segundo riego a los 78 dds (18/05/2010) y el tercero a los 163 dds (11/08/2010).
- **Control fitosanitario.-** Se presentaron graves problemas de Gusano Rosado de la India (*Pectinophora gossypiella* sp.), y en menor grado sin causar pérdidas económicas picudo (*Anthonomus vestitus*) y dentro de las enfermedades, chupadera post-emergente (*Rhizoctonia* sp.) y problemas de oidiosis. Para controlar gusano rosado de la india primeramente se utilizó una trampa etológica con ayuda de feromonas, luego se aplicó insecticida Belkmar (PS 3%) a dosis de 300cc/200L.
- **Cosecha.-** Labor realizada en forma manual a los 190 dds. Se recogió y pesó todo el algodón de cada parcela experimental. En lisímetros, se cosechó y pesó todo el algodón.

3.3.3 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE

Para determinar la densidad aparente se utilizó, el MÉTODO DEL CILINDRO. Se marcaron los cilindros muestreadores a utilizar, los cuales deben estar secos y limpios, se registró sus dimensiones: peso, altura y diámetro. Luego, se tomaron las muestras a diferentes niveles del perfil del suelo (0-20 cm, 20-50 cm, 50-70 cm, y 70-85 cm.) haciendo 2 repeticiones por nivel y obtener un promedio.

Para obtener las muestras se introduce el cilindro en el suelo, se enrasó los extremos con una espátula y se colocó las tapas de tal manera que esté herméticamente sellado, tratando de no comprimir su contenido. Luego en laboratorio, los cilindros con las muestras de suelo más la tapa inferior se colocó a la estufa por 48 horas a 105°C hasta obtener peso constante. Finalmente, se pesó los cilindros con el suelo seco y se determinó el peso del suelo por diferencia (PS_s). Para calcular la densidad aparente, se calculó el volumen total del suelo que es equivalente al volumen del cilindro (V_c), utilizando la relación:

$$Dg = \frac{PS_s}{V_c} \text{ gr/cm}^3$$

La densidad de partículas o densidad real (D_p), varía muy poco de un suelo a otro; debido a que la gran mayoría de los minerales de la arena y el limo están constituidos por feldespatos y cuarzo, cuya densidad de la partícula varía entre 2.6 y 2.7 gr/cm³. ZAVALETA (1992). Para nuestros fines prácticos se consideró el promedio de estos valores, 2.65 gr/cm³.

3.3.4 DETERMINACIÓN DE LOS PARAMETROS HÍDRICOS

3.3.4.1 CAPACIDAD DE CAMPO (CC): método de la olla de presión

Consiste en tomar una muestra de suelo seco al aire, se coloca la muestra en un anillo de acero (Ø1cm), y en la parte inferior se pone un papel filtro, y se coloca en un desecador con agua destilada para saturar la muestra por lo menos 24 horas, luego se deja drenar unos minutos y se pesa en balanza de precisión, se colocan las muestras sobre un plato de cerámica, y son llevados al sistema de la olla de presión a 0.33 bares, luego se deja que el sistema

entre en equilibrio lo cual se obtiene cuando no drena más agua del sistema; después se procede a sacar la muestra con mucho cuidado sin perder material. Se pesan las muestras del suelo, obteniendo peso húmedo (PH), se llevan a la estufa a 105°C/24 horas, una vez seco a peso constante volver a pesar, para obtener peso de suelo seco (PS). Luego se obtiene el contenido gravimétrico de agua que multiplicado por la densidad aparente del suelo se obtiene la capacidad de campo en volumen.

3.3.4.2 PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE (PMP): Método Tonométrico

En una luna de reloj previamente pesada se distribuye de manera uniforme la muestra de suelo (1gr) formando una delgada capa de suelo en toda la superficie de la luna de reloj. Luego, se dejó saturar la muestra en el desecador en un ambiente con el 99% de HR lo que se consigue con una solución de ácido sulfúrico al 10%. La muestra no debe estar en contacto directo con la solución.

Después de 2 a 3 días en el desecador, la muestra a absorbido humedad del ambiente a 99% HR, relacionándose con la humedad en punto de marchitez. Se saca la muestra del desecador y se pesa, secando las posibles gotas de agua de condensación que pueden estar adheridas en la parte inferior de la luna de reloj, y se obtiene peso húmedo (PH). Luego, se seca en la estufa a 105°C por 24 horas o hasta peso constante, obteniendo peso seco (PS), Finalmente, se calcula el contenido de humedad gravimétrica (ω) que multiplicado por la densidad del suelo se obtiene la humedad volumétrica (θ) de la muestra, valor que corresponde al PMP o humedad retenida a 1.5 Mpa.

3.3.5 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DE SUELO

Mediante el MÉTODO GRAVIMÉTRICO, se determinó la humedad gravimétrica del suelo. Se realizó un muestreo semanal a diferentes niveles del perfil del suelo (20, 40, 60 y 80cm de profundidad), utilizando cilindros muestreadores de aproximadamente 6 cm de altura y 5,8 cm de diámetro en promedio. El muestreo se realizó en lugares representativos de las 8 parcelas experimentales del campo, con un equipo Muestreador de suelo se obtuvieron muestras de suelo húmedo de acuerdo al perfil. Se procedió al laboratorio para pesar las muestras de suelo húmedo y colocarlas a la estufa a 105°C por 24 horas hasta obtener peso seco constante.

Bajo condiciones lisimétricas no fue necesario realizar el muestreo semanal debido a que en el sistema la humedad se mantendría en capacidad de campo.

Para calcular la humedad gravimétrica (ω) se utilizó la fórmula:

$$\omega = \frac{(mu - ms)}{ms} * 100$$

La humedad volumétrica (θ), se calculó a través de la fórmula:

$$\theta = \omega * Dg \left(\frac{cm^3}{cm^3} \right)$$

Finalmente, se calculó la Lámina de agua (g_L) utilizando la fórmula:

$$g_L = Dg * \bar{\omega} * Z$$

Dónde:

g_L = Lamina de agua hasta la profundidad Z

$\bar{\omega}$ = Humedad gravimetrica promedio

Dg = Densidad global del suelo

Z = Profundidad del suelo en mm generalmente hasta donde llega el

80% de raíces.

3.3.6 *EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (Eo)*

A través del MÉTODO PENMAN MONTEITH, se calculó la Evapotranspiración potencial (Eo); para lo cual se utilizó información meteorológica de la Estación MAP (Meteorología Agrícola Principal) de Miraflores – UNP.

$$E_o = \frac{0.408 \Delta(Rn - G) + Y\left(\frac{900}{T + 273}\right) * U_2(e_s - e_a)}{\Delta + Y(1 + 0.34U_2)}$$

3.3.7 *ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN MÁXIMA (Em)*

La Evapotranspiración máxima (Em), se estimó mediante las lecturas diarias evaluadas en los lisímetros, lo que permitió conocer la pérdida continua de agua, obteniendo la evapotranspiración real del cultivo, la cual, al no existir restricción de humedad, constituye la evapotranspiración máxima (Em).

3.3.8 *ESTIMACIÓN DEL REQUERIMIENTO HÍDRICO*

El requerimiento hídrico (RH) del cultivo de Algodón Pima será resultado de la sumatoria de los valores de evapotranspiración máxima (Em) cuantificados desde la siembra hasta la madurez fisiológica (fase final). Se utilizó la fórmula:

$$RH = \sum_{i=S}^n Em$$

3.3.9 *ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE DE CULTIVO*

Para esta determinación se utilizó la relación entre evapotranspiración máxima (Em) y evapotranspiración potencial (Eo), fórmula:

$$Kc = \frac{Em}{Eo}$$

Dónde:

Em = Evapotranspiración máxima, proveniente de los lisímetros.

Eo = Evapotranspiración potencial, obtenida por el método de Penman.

Para determinar el Kc promedio en cada etapa fenológica, se procedió a:

- Determinar el Kc diario, con los datos del lisímetro y el método de Penman, aplicando la ecuación arriba mencionada.
- Determinar la media aritmética del Kc en cada etapa fenológica, y realizar la gráfica del Kc por fase. Siendo el tiempo el periodo de duración del ciclo vegetativo total.

3.4 CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

➤ CAMPO:

- **Tratamientos** : 2
- **Repeticiones** :4/tratamiento

- **Parcela:**

Nº parcelas/tratamiento	: 4
Largo de parcela	: 8m
Ancho de parcela	: 8m
Área de parcela	: 64 m ²
Nº total de parcelas	: 8

- **Surcos:**

Nº surcos/parcela	: 6
Distanciamiento	: 1.20 m
Nº surcos cosechables	: 6
Nº de golpes/surco	: 12
Nº de plantas/golpe	: 2

➤ **LISÍMETROS:**

- **Tratamientos** : 2
- **Repeticiones** : 2/tratamiento

- **Lisímetros:**

Nº de lisímetros/tratamiento : 2

Largo : 2m

Ancho : 2m

Área : 4m²

Nº total de lisímetros : 4

- **Surcos :**

Nº surcos/lisímetro : 2

Distanciamiento : 1.20 m

Nº surcos cosechables : 2

Nº de golpes/surco : 2

Nº de plantas/golpe : 2

➤ **Campo Experimental:**

- Largo : 36.5 m
- Ancho : 22.0 m
- Área total : 803 m²

3.5 OBSERVACIONES EXPERIMENTALES

3.5.1 EVALUCIÓN DE FASES FENOLÓGICAS

Se registraron las fechas en que aparece la primera hoja sobre la superficie del suelo (emergencia), la formación de hojas verdaderas (aparición de la tercera y quinta hoja), la aparición de los primeros botones florales, inicio de floración, belloteo, apertura de la primera bellota y cosecha.

Además se midió la altura de planta de manera semanal, tomando la totalidad de plantas por cada lisímetro y 10 plantas por cada parcela experimental.

3.5.2. CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS

- **RENDIMIENTO DE ALGODÓN RAMA:** para obtener el rendimiento de algodón rama, al ser un área pequeña, en ambos casos se tomó el peso de todas las motas cosechadas.
- **NÚMERO DE RAMAS FRUTERAS:** para esta característica, en las parcelas experimentales se tomaron 10 plantas, las cuales se les contó el número de ramas fruteras, mientras que, en los lisímetros, por cada lisímetro se tomó la totalidad de las plantas; obteniendo un promedio para cada Parcela y Lisímetro.
- **NÚMERO DE BELLotas:** al igual que el caso anterior, se tomaron en las parcelas experimentales 10 plantas a las que se les contó el número total de bellotas, dos días antes de la cosecha, mientras que, en los lisímetros, por cada lisímetro se tomó la totalidad de las plantas; obteniendo un promedio para cada Parcela y Lisímetro.

3.6 PLANEAMIENTO EXPERIMENTAL

3.6.1 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Los tratamientos utilizados en el experimento fueron dos variedades de algodón Pima: UNP-1 y FUNDEAL-6, tanto para Parcelas experimentales como para Lisímetros (Cuadro 3.2).

Cuadro 3.2: Tratamientos a nivel de Parcelas Experimentales y Lisímetros

REPETICIONES	TRATAMIENTO			
	Parcelas Experimentales (P)		Lisímetros (L)	
	UNP-1	FUNDEAL 6	UNP-1	FUNDEAL 6
R1	P.I	P.II	L.I	L.II
R2	P.III	P.IV	L.III	L.IV
R3	P.V	P.VI		
R4	P.VII	P.VIII		

3.6.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

• ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN PARCELAS EXPERIMENTALES

Se realizó un Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA) en un área de aproximadamente 803 m². Se trabajó con 02 tratamientos (2 variedades UNP-1 y FUNDEAL-6), y con 4 parcelas experimentales para cada tratamiento (4 repeticiones). Se utilizó el modelo estadístico lineal:

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$X_{(ij)}$: Cualquier observación.

μ : Efecto de la media poblacional.

τ_i : Efecto del i- ésimo tratamiento.

ε_{ij} : Efecto del error experimental.

• ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN LISÍMETROS

A nivel lisimétrico se realizó una Prueba de Hipótesis de dos medias de dos poblaciones, prueba estadística que permitirá lograr resultados confiables; se realizó en base a 02 tratamientos (2 variedades: UNP-1 y FUNDEAL-6), con 02 repeticiones para cada tratamiento. Esta prueba nos

permite decidir si aceptar o rechazar una hipótesis mediante la información de las muestras.

PRUEBA DE HIPÓTESIS: Nivel de significancia: $\alpha = 5\% = 0.05$

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a = \mu_1 \neq \mu_2$$

Dónde:

H_0 = Hipótesis nula

H_a = Hipótesis alternante.

Para realizar una Prueba de Hipótesis con igual número de tratamientos ($n_1 = n_2 = n$) existen 2 casos diferentes, que permitirán determinar la fórmula a usar.

- ✓ PRIMER CASO: Cuando existe homogeneidad de varianzas ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$)
y $n_1 = n_2 = n$ Donde: $(\mu_1 - \mu_2) = 0$

$$t_c = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{2 \frac{s_1^2 + s_2^2}{n}}}$$

- ✓ SEGUNDO CASO: No existe homogeneidad de varianzas ($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$)
y $n_1 = n_2 = n$

$$t_c = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Cuadro 3.3: Cronograma de Labores Agronómicas

LABORES CULTURALES		
Parcela Experimental		
LABORES CULTURALES	FECHA	DDS
Limpieza de terreno	19 de Febrero	
Riego de Machaco	23 de Febrero	
Gradeo/aradura en húmedo	02 de Marzo	
Marcado de terreno	02 de Marzo	
Tratamiento de semilla	02 de Marzo	
Siembra	02 de Marzo	
Desahije	07 de Abril	36
Cultivo	08 de Abril	37
primer abonamiento	21 de Abril	50
Primer riego	15 de Abril	44
Deshierbo	18 de Abril	47
segundo riego	18 de Mayo	78
segundo cultivo	27 de Mayo	87
segundo deshierbo	27 de Mayo	87
Capado	27 de Mayo	87
Segundo Abonamiento	20 de Junio	111
Colocación de trampas para GRI	26 de Mayo	86
Aplicación de Insecticida	21 de Junio	112
Tercer riego	11 de Agosto	163
Cosecha	08 de Setiembre	190

NOTA: Varias labores culturales no se llegaron a realizar oportunamente debido a la no disponibilidad de productos agrícolas y de personal por parte de la Universidad Nacional de Piura, lugar donde se efectúa el presente trabajo de investigación.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DETERMINACIÓN DE LOS REQUERIMIENTO HÍDRICOS

4.1.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS-QUÍMICAS DEL SUELO

Los resultados de las características físicas – químicas del suelo para los diferentes horizontes del perfil, se presentan en el ANEXO 1 Este suelo en estudio se puede describir como un suelo normal, sin problemas de salinidad, el pH es ligeramente alcalino, no presenta problemas de carbonatos y tiene un nivel muy bajo de materia orgánica y nitrógeno total, el fósforo disponible se encuentra en niveles deficientes, y el potasio asimilable está en niveles bajos.

4.1.2. DENSIDAD APARENTE

La densidad aparente (D_g) del suelo, (ANEXO 2), se determinó por nivel u horizonte acorde con el perfil del mismo. En promedio, para un suelo franco es 1.32 g/cm^3 , para un suelo franco arenoso, 1.46 g/cm^3 , y para un suelo arenoso va de 1.48 a 1.49 g/cm^3 . Cabe mencionar que estos resultados están entre los valores teóricos ya establecidos para cada tipo de suelo.

4.1.3. HUMEDAD DEL SUELO BAJO CONDICIONES LISIMÉTRICAS

Bajo condiciones lisimétricas, se presenta el contenido promedio de humedad gravimétrica en varias fechas. (Cuadro 4.1). La humedad permanece constante (capacidad de campo), debido a que diariamente se le suministra el agua perdida por evapotranspiración, de manera, que el cultivo no sufre restricciones ni exceso de agua. En promedio de las cuatro evaluaciones, los niveles de 0 – 20 cm, 20 – 40 cm, 40 – 60 cm y 60 – 80 cm, presentan una humedad gravimétrica de 7.11%, 11.26%, 13.97% y 19.25% respectivamente, (Gráfico N° 01). En el Cuadro 4.2, se muestra el contenido promedio de la humedad volumétrica (θ) y la lámina de agua (L_a) en mm, (Gráfico 4.1).

Cuadro 4.1: Promedio de Humedad Gravimétrica (% ω) del suelo en condiciones lisimétricas

DDS	143	155	165	175	\bar{X}
FECHA/2010	22-jul	03-ago	13-ago	23-ago	
NIVEL (cm)	CONTENIDO DE HUMEDAD GRAVIMETRICA (ω %)				
0 – 20	6,54	10,08	5,445	6,425	7,1125
20 – 40	12,97	12,45	9,51	10,1	11,2575
40 – 60	15,19	16,16	12,15	12,385	13,9713
60 – 70	36,4	14,42	11,79	14,51	19,28

Cuadro 4.2: Promedio de Humedad Volumétrica (θ) y Lámina de agua (mm) en lisímetros

DDS			143	155	165	175
FECHA			22-jul	03-ago	13-ago	23-ago
NIVEL (cm)	Dg (g/cm ³)	% POROS	HUMEDAD VOLUMETRICA (θ cm ³ /cm ³)			
0 – 20	1,32	±50%	0,0863	0,1331	0,0719	0,08481
20 – 40	1,46		0,1894	0,1818	0,1388	0,1475
40 – 60	1,48	±57%	0,2248	0,2392	0,1799	0,1833
60 – 80	1,49		0,5424	0,2149	0,1757	0,2162
NIVEL (cm)	PROF.(cm)	Saturación	LAMINA DE AGUA PROMEDIO (mm)			
0 – 20	20	± 10 cm	17,26	26,62	14,38	16,96
20 – 40	20		36,48	36,36	27,76	29,5
40 – 60	20	± 5.7 cm	44,96	47,84	35,98	36,66
60 – 80	10		54,24	21,49	17,57	21,62
La total	70		152,94	132,31	95,69	104,74

Figura 4.1: Promedio de Humedad gravimétrica (% ω) del suelo en condiciones lisimétricas

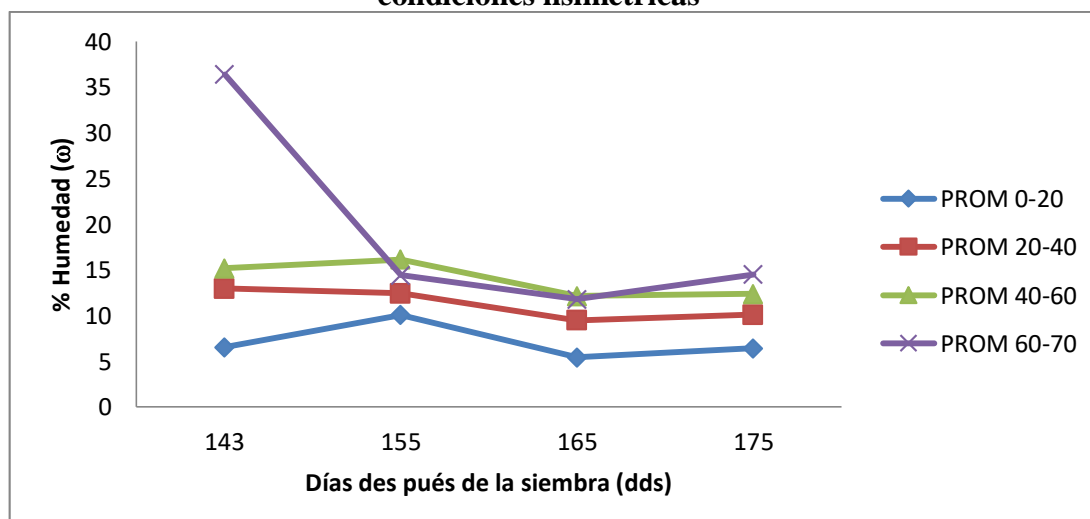
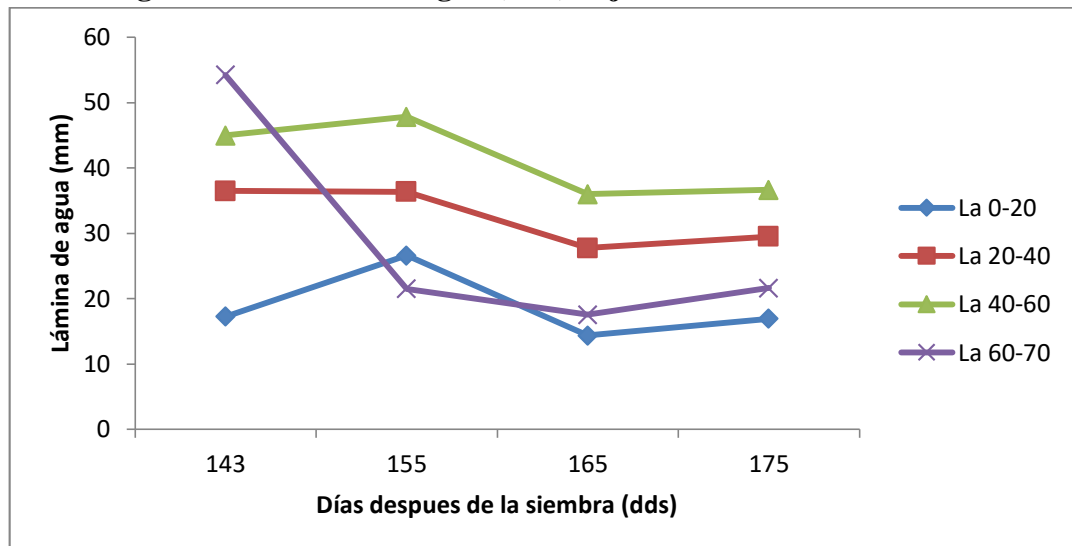


Figura 4.2: Lámina de agua (mm) bajo condiciones lisimétricas



4.1.4. REQUERIMIENTO HÍDRICO

Se determinó que para las dos variedades de Algodón el requerimiento hídrico bajo las condiciones del suelo y clima del Medio Piura, varió entre 9262.3 y 9314.6 m³/ha, encontrándose una mayor demanda durante la etapa de floración y formación de bellota, con una tasa promedio de evapotranspiración de 5.8 y 6.18 mm/día.

- a) ***Etapa I: Establecimiento del cultivo***, el requerimiento hídrico del cultivo de algodón variedad UNP-01 (36 días), varió entre 2.15 y 2.75 mm/día. La demanda hídrica total fue 83.32 mm. Mientras que en la variedad FUNDEAL-06, durante esta etapa (40 días) varió entre 1.90 y 3.00 mm/día, siendo la demanda hídrica total de 84.18 mm. (Anexos 4 y 8).

La evapotranspiración potencial (Eo), varió entre 4.57 y 5.17 mm/día.

Esta etapa, comprende desde la siembra, pasando por la aparición de los cotiledones por encima de la superficie del suelo, las observaciones de la tercera y quinta hoja; hasta la aparición del primer Botón Floral, etapa en la que la planta se instala en el terreno y desarrolla su sistema radicular. La consistencia de la parte aérea es todavía frágil y limitada y las necesidades de agua y minerales son relativamente bajas. Los valores de Eo sobrepasan a la demanda hídrica (Em).

b) ***Etapla II: Formación de Estructuras reproductivas***, el requerimiento hídrico del cultivo de Algodón UNP-01 (64 días), varió entre 2.60 y 3.74 mm/día. La demanda hídrica total fue 207.19 mm; mientras que en la variedad FUNDEAL-06, durante esta etapa (63 días) varió entre 1.91 y 4.33 mm/día, siendo la demanda hídrica total de 214.75 mm. (Anexos 5 y 9).

La Eo, en esta etapa varió entre 4.15 y 4.86 mm/día.

Etapla que comprende desde cuando se aprecia el primer botón floral. Los botones tienen la forma de una pirámide de tres lados cuando el botón floral alcanza de 3 a 5 mm. Comprende también la aparición de la primera flor, hasta la formación de bellotas y floración plena.

A partir de los 90 dds, la evapotranspiración potencial (Eo) es menor que la evapotranspiración máxima (Em), por que, el cultivo se encuentra en una etapa de intenso desarrollo, sin déficit de agua. Esto confirma lo que sostiene GARCÍA (1992), al afirmar que no siempre la Eo es mayor que la Em, ya que en las etapas de intenso desarrollo del cultivo ocurre lo inverso.

c) ***Etapla III: Fructificación***, el requerimiento hídrico del cultivo de Algodón se incrementa, debido a que la planta se encuentra en plena etapa de fructificación. Para el Algodón pima UNP-01 (62 días), varió entre 5.56 y 6.81 mm/día. La demanda hídrica total fue 378.26 mm. Mientras que en el FUNDEAL 6, durante esta etapa (61 días) varió entre 6.01 y 6.25 mm/día, siendo la demanda hídrica total de 236.0 mm. (Anexos 6 y 10).

La Eo, varió entre 3.63 y 4.21 mm/día.

Esta etapa comprende floración plena hasta la apertura plena de bellota. Para todos estos procesos es muy importante una buena disponibilidad hídrica. En las dos variedades la Em es mayor en esta etapa, por ende, la Eo es menor. Produciéndose el momento de mayor necesidad de agua por parte del cultivo de algodón.

d) ***Etapla IV: Maduración a cosecha***, el requerimiento hídrico de la variedad (57 días), varió entre 0.25 y 6.5 mm/día. La demanda hídrica total fue 263.9 mm. Mientras que la variedad FUNDEAL-06, durante esta etapa (55días) varió entre 0.24 y 6.4 mm/día, siendo la demanda hídrica total de 168.68 mm. (Anexos 7 y 11).

La Eo, para esta etapa varió entre 3.88 y 4.43 mm/día.

En esta etapa las necesidades de agua van siendo progresivamente decrecientes. La evapotranspiración máxima empieza a disminuir, e incluso tiende a ser menor que la evapotranspiración potencial.

Se dejó parte del tiempo sin agua para ayudar a la maduración de las bellotas.

El requerimiento hídrico total del cultivo de Algodón, durante todo su ciclo vegetativo se indica en el Cuadro 4.3.

Cuadro 4.3: Requerimiento Hídrico total por Etapas Fenológicas del cultivo de algodón

Etapas Del Cultivo		REQUERIMIENTO HÍDRICO					
		UNP-01		FUNDEAL-06		PROMEDIO	
		Mm	m ³ /ha	mm	m ³ /ha	mm	m ³ /ha
I	Establecimiento del Cultivo	82,32	823,2	84,18	841,8	83,25	832,5
II	Formación de Estructuras Reproductivas	207,19	2071,9	214,75	2147,5	210,97	2109,7
III	Fructificación	378,26	3782,6	374,2	3742	376,23	3762,3
IV	Maduración a Cosecha	263,69	2636,9	253,1	2531	258,395	2583,95
Demanda Hídrica Total		931,46	9314,6	926,23	9262,3	928,845	9288,45

4.2 COEFICIENTE DE CULTIVO (Kc)

4.2.1 COEFICIENTE DE CULTIVO (Kc) EN LAS ETAPAS FENOLÓGICAS DEL ALGODÓN

Los valores de los coeficientes de cultivo para el Algodón, en las cuatro etapas fenológicas, bajo condiciones climáticas del Medio Piura, muestran la curva característica determinada por diferentes autores, con valores máximos durante la etapa de floración. La relación de los coeficientes de cultivo (Kc) con la evapotranspiración máxima y potencial, durante cada etapa fenológica, se muestra en el Cuadro 4.4.

- a) ***Etapas I: Establecimiento Del Cultivo***, el coeficiente de cultivo (Kc) para la variedad UNP-01 (36 días) varió entre 0.45 y 0.53, con un promedio de 0.49.

Mientras que para la variedad FUNDEAL-06 (39 días) varió entre 0.37 y 0.60, siendo el Kc promedio de 0.46. (Anexos 04 y 08).

- b) ***Etapas II: Formación De Estructuras Reproductivas***, el coeficiente de cultivo (Kc) para la variedad UNP-01 (64 días) varió entre 0.53 y 0.85, con un promedio de 0.71. Mientras que para la variedad FUNDEAL-06 (63 días) varió entre 0.39 y 0.99, siendo el Kc promedio de 0.76. (Anexos 05 y 09).
- c) ***Etapas III: Fructificación***, el coeficiente de cultivo (Kc) para la variedad UNP-01 (63 días) varió entre 1.52 y 1.62, con un promedio de 1.57. Mientras que para la variedad FUNDEAL-06 (61 días) varió entre 1.58 y 1.59, siendo el Kc promedio de 1.585. (Anexos 06 y 10).
- d) ***Etapas IV: Maduración A Cosecha***, el coeficiente de cultivo (Kc) para la variedad UNP-01 (57 días) varió entre 0.25 y 1.53, con un promedio de 0.89. Mientras que para la FUNDEAL-06 (55 días) varió entre 0.25 y 1.52, siendo el Kc promedio de 0.88. (Anexos 07 y 11).

Cuadro 4.4: Coeficiente de Cultivo Kc por Fases Fenológicas del Cultivo de Algodón

ETAPAS DEL CULTIVO		FASES FENOLÓGICAS DEL ALGODÓN	REQUERIMIENTO HIDRICO							
			UNP-01				FUNDEAL-06			
			DURACION	Etm (mm)	Eto (mm)	Kc	DURACION	Etm (mm)	Eto (mm)	Kc
I	ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO	SIEMBRA - EMERGENCIA	7	15.00	29.85	0.50	7	18.00	29.85	0.60
		EMERGENCIA - 3° HOJA	9	20.13	41.17	0.49	9	19.95	41.17	0.48
		3° HOJA - 5° HOJA	7	19.22	36.08	0.53	9	17.13	46.60	0.37
		5° HOJA - 1° BOTON FLORAL	13	27.98	62.53	0.45	15	29.11	72.63	0.40
		TOTAL	36	82.33	169.63	0.49	40	84.18	190.25	0.46
II	FORMACIÓN DE ESTRUCTURAS REPRODUCTIVAS	1° BOTÓN FLORAL - 1° PRIMERA FLOR	23	59.72	112.97	0.53	20	38.18	97.20	0.39
		1° PRIMERA FLOR - 1°PRIMERA BELLOTA FORMADA	6	16.43	24.90	0.66	7	20.55	29.29	0.70
		1° BELLOTA FORMADA - FLORACION PLENA	35	131.04	153.78	0.85	36	156.03	157.42	0.99
		TOTAL	64	207.19	291.65	0.71	63	214.75	283.91	0.76
III	FRUCTIFICACION	FLORACION PLENA - 1° BELLOTA ABIERTA	29	183.82	113.73	1.62	32	199.97	125.60	1.59
		1° BELLOTA ABIERTA - PLENA APERTURA DE BELLOTA	33	194.44	127.56	1.52	29	174.23	110.32	1.58
		TOTAL	62	378.26	241.29	1.57	61	374.20	235.92	1.59
IV	MADURACION A COSECHA	PLENA APERTURA DE BELLOTA A MADUREZ	30	178.77	116.52	1.53	29	173.38	113.89	1.52
		MADUREZ A COSECHA	27	84.92	124.05	0.68	26	79.72	119.24	0.67
		TOTAL	57	263.69	240.57	1.10	55	253.10	233.13	1.09
TOTAL GENERAL			219	931.47	943.14	0.99	219	926.23	943.21	0.98

4.2.2 COEFICIENTE DE CULTIVO (Kc) PROMEDIO EN LAS CUATRO ETAPAS

El Kc promedio para el cultivo de Algodón en sus cuatro etapas fenológicas, es 0.475, 0.735, 1.58 y 0.885 respectivamente, (CUADRO 4.5). Además, se muestra el Kc para cada variedad del experimento.

Cuadro 4.5: Coeficiente de Cultivo Kc Promedio en las Cuatro Etapas

Etapas Del Cultivo		Variedades		Promedio
		UNP-01	FUNDEAL-06	
I	Establecimiento del Cultivo	0.49	0.46	0.475
II	Formación de Estructuras Reproductivas	0.71	0.76	0.735
III	Fructificación	1.57	1.59	1.58
IV	Maduración A Cosecha	0.89	0.88	0.885

Para estimar la evapotranspiración potencial (Eo), y luego el coeficiente de cultivo (Kc), se utilizaron datos meteorológicos diarios de temperatura, humedad, viento, horas de sol precipitación, etc., obtenidos de la Estación MAP (Meteorología Agrícola Principal) de Miraflores – UNP. (Anexos 12 al 19).

Figura 4.3: Kc para variedad UNP-01

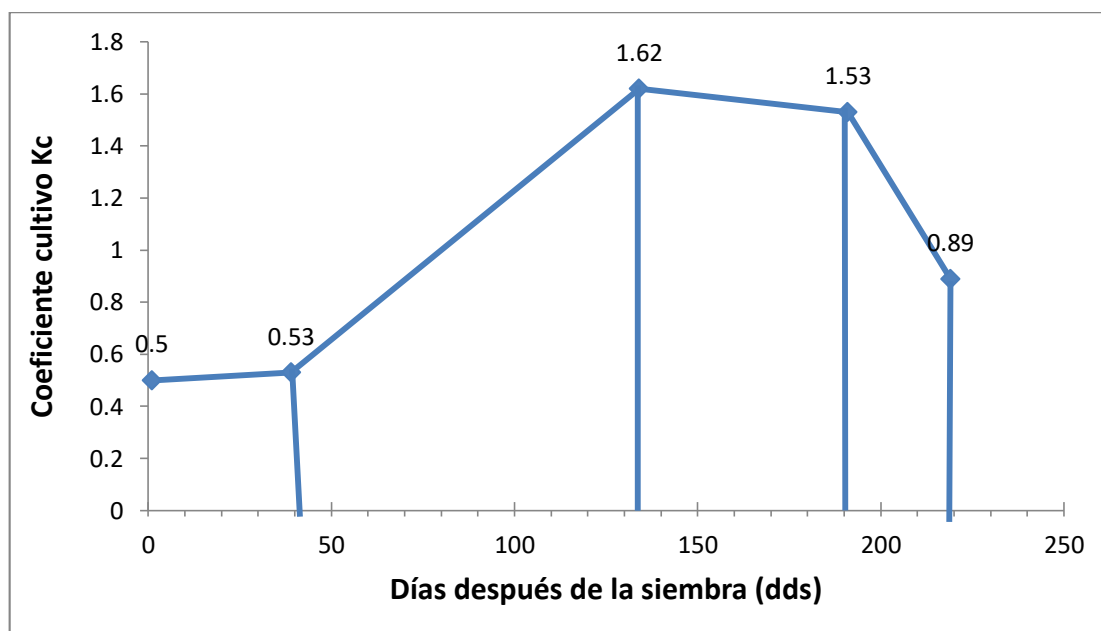
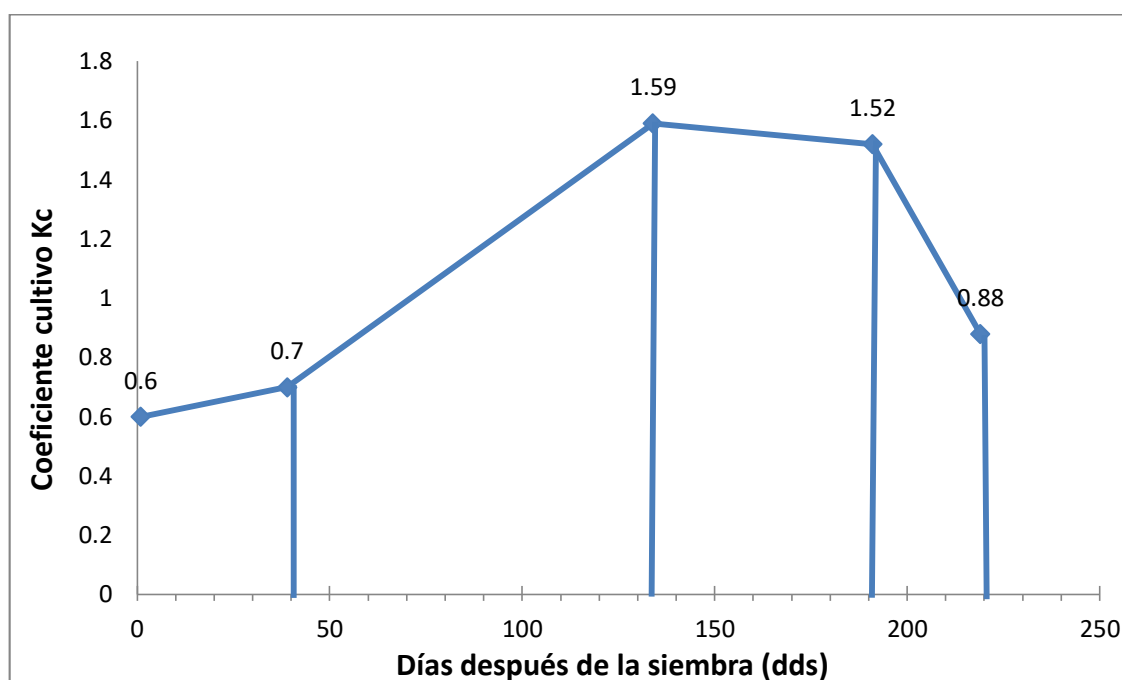


Figura 4.4: Kc para variedad FUNDEAL-06



4.3 ANÁLISIS FENOLÓGICO Y BIOMÉTRICO

El análisis fenológico y biométrico del cultivo de Algodón PIMA, se pueden apreciar a través de los siguientes aspectos

4.3.1. INICIO, DURACIÓN Y GRADOS DÍAS DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE ALGODÓN

En los cuadros 4.6 y 4.7, se presenta la fecha de inicio y la duración de cada fase fenológica del cultivo de algodón, tanto a nivel de campo como en lisímetros.

Los resultados muestran que la variedad UNP-1, para las condiciones climáticas del Medio Piura, tuvo un requerimiento térmico de 1841 °C para completar su ciclo hasta la maduración fisiológica. Mientras que la demanda para la variedad FUNDEAL-6 fue 1876 °C. Los requerimientos térmicos bajo condiciones lisimétricas muestran cantidades mayores (Cuadro 4.7). Los resultados diarios de grados día (GD), se muestran en el Anexo 21.

Cuadro 4.6: Inicio, duración y grados días (GD) de las etapas fenológicas del cultivo de Algodón Pima bajo riego tradicional.
Temperatura base (15.5 °c)

ETAPAS DEL CULTIVO		REQUERIMIENTO HÍDRICO					
		UNP-01			FUNDEAL-06		
		Fecha Inicio	DURACIÓN	GD 15.5°C	Fecha Inicio	DURACIÓN	GD 15.5°C
I	Establecimiento del Cultivo	08/03/2010	6	60,8	08/03/2010	6	60,8
		17/03/2010	9	105,5	18/03/2010	10	117,2
		24/03/2010	7	83,3	26/03/2010	8	103,0
		01/04/2010	8	100,5	02/04/2010	7	85,0
			30			31	
II	Formación de Estructuras Reproductivas	27/04/2010	26	288,3	30/04/2010	28	305,5
		05/05/2010	8	77,2	09/05/2010	9	86,9
		03/06/2010	29	324,0	05/06/2010	27	290
			63			64	
III	Fructificación	24/06/2010	21	148,4	27/06/2010	22	155,4
		19/07/2010	25	327,8	22/07/2010	25	321,9
			46			47	
IV	Maduración a cosecha	21/08/2009	33	171,2	23/08/2009	32	169,2
		08/09/2010	19	153,9	11/09/2010	19	178,1
			52			51	
TOTAL GENERAL		191		1840.9	193		1873.0

Cuadro 4.7: Inicio, duración y grados días (GD) de las etapas fenológicas del cultivo de Algodón Pima en lisímetros. Temperatura base (15.5 °C).

ETAPAS DEL CULTIVO		REQUERIMIENTO HÍDRICO					
		UNP-01			FUNDEAL-06		
		Fecha Inicio	DURACIÓN	GD 15.5°C	Fecha Inicio	DURACIÓN	GD 15.5°C
I	Establecimiento Del Cultivo	09/03/2010	7	112	09/03/2010	7	112
		18/03/2010	9	81,8	18/03/2010	9	81,8
		25/03/2010	7	99,7	27/03/2010	9	127
		07/04/2010	13	154,9	11/04/2010	15	174
			36	448,4		40	494
II	Formación De Estructuras Reproductivas	30/04/2010	23	249,3	01/05/2010	20	215
		06/05/2010	6	58,2	08/05/2010	7	66,3
		10/06/2010	35	282,5	13/06/2010	36	287,3
			64	590		63	568
III	Fructificación	09/07/2010	29	193,3	15/07/2010	32	208,2
		11/08/2010	33	356,4	13/08/2010	29	329,4
			62	549,7		61	537,6
IV	Maduración A Cosecha	10/09/2010	30	221,3	11/09/2010	29	221,8
		07/10/2010	27	292,5	07/10/2010	26	280,4
			57	513,8		55	502,2
TOTAL GENERAL		219		2102	219		2102

4.3.2 ANÁLISIS DE LA ETAPA DE FLORACIÓN

En el cuadro 4.8, se presenta el número de días desde la siembra hasta el 50 y 75 % de floración en Parcelas experimentales. Así mismo, se presenta el número real de plantas de los seis surcos centrales de cada variedad. Se sembraron cuatro parcelas experimentales por variedad, en teoría se tiene 12 golpes/surco, 72 golpes por parcela (144 plantas); lo cual implica evaluar teóricamente un total de 288 golpes (576) plantas. Pero, la germinación no fue 100% y además se presentaron problemas de plagas (Gusano Rosado de la India, gusano de tierra y chupadera) durante el desarrollo del cultivo lo que ocasionó pérdida de algunas plantas. De tal manera, que el 75% de las plantas de la variedad UNP-1 alcanzaron la floración, mientras que para la variedad FUNDEAL-6 el 72% de las plantas llegaron a la floración.

El número de días desde la siembra hasta el 50 y 75 % de la floración en lisímetros, se muestra también en el cuadro anteriormente mencionado. Además, se presenta el N° real de plantas para cada variedad.

Cuadro 4.8: Análisis de Floración en Parcelas Experimentales y Lisímetros

VARIEDADES	%	PARCELA EXPERIMENTAL			LISÍMETROS		
		TOTAL DE PLANTAS	N° PLANTAS	DDS	TOTAL DE PLANTAS	N° PLANTAS	DDS
UNP-1	50	434	218	82	25	13	83
	75		326	93		19	112
FUNDEAL-6	50	416	209	83	28	14	89
	75		312	95		21	116

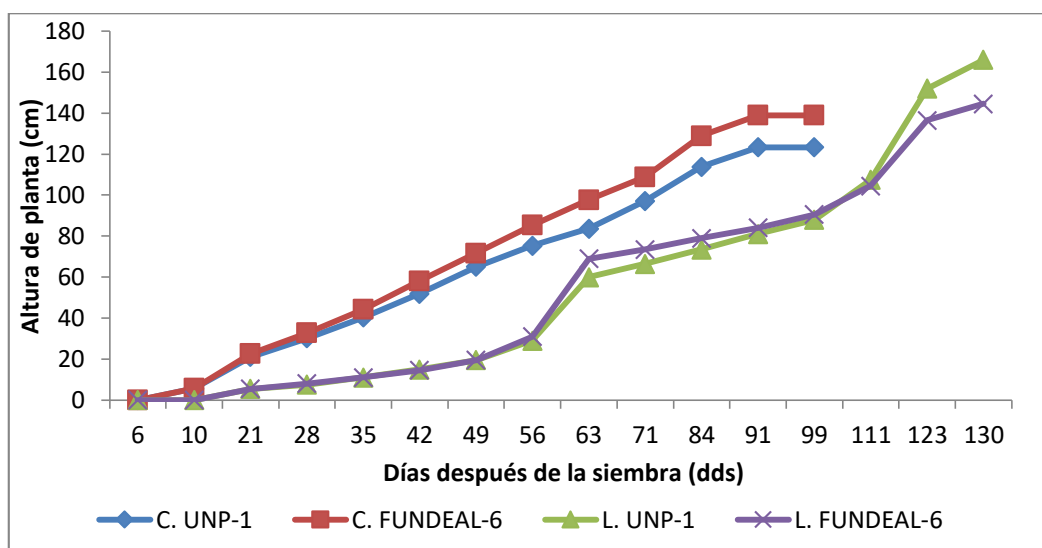
4.3.3 ALTURA DE PLANTA

Los resultados promedio de altura de planta (Cuadro 4.9), para cada variedad en diferente sistema (campo y lisímetros), se presentan a partir de los 10 días después de la siembra, Figura 4.5. En los anexos 22 y 23, se muestra datos por cada parcela experimental y lisímetro respectivamente.

Cuadro 4.9: Altura de Planta en Parcela Experimental y Lisímetros

Fecha	dds	Parcela Experimental		Lisímetros	
		UNP - 01	FUNDEAL - 06	UNP - 01	FUNDEAL - 06
02-mar	6	0	0	0	0
12-mar	10	5.6	5.7	0	0
23-mar	21	21.1	22.6	5.5	5.5
30-mar	28	30.1	32.8	7.5	8
06-abr	35	40.3	44.2	11	11
13-abr	42	51.9	58.2	15	14.5
20-abr	49	65	71.7	19.5	19.5
27-abr	56	75.3	85.3	29	31
04-may	63	83.6	97.7	60	69
11-may	71	97.2	108.9	66.5	73.5
24-may	84	113.8	128.9	73.5	79
31-may	91	123.3	139	81	84
08-jun	99			88	90.5
20-jun	111			107.5	104.5
02-jul	123			152	136.5
09-jul	130			166	144.5

Figura 4.5: Altura de Planta en Parcelas Experimentales y en Lisímetros



4.3.4 RENDIMIENTO DEL CULTIVO

El rendimiento (Cuadro 4.10), bajo condiciones de riego tradicional, para la variedad UNP-01 fue de 1,186.71 kg/ha y para la variedad FUNDEAL-06 1,062.89 kg/ha. Así mismo, se observa que el rendimiento en lisímetros, para la variedad UNP-01 fue de 1,649.19 kg/ha y para la variedad FUNDEAL-06 2,333.73 kg/ha.

Se puede apreciar que el rendimiento en lisímetros es mayor, para la variedad UNP-01, se obtuvo un incremento de 7.73 % respecto al rendimiento en parcelas experimentales, y para la variedad FUNDEAL-06 un incremento de 71.49 %. La diferencia de rendimientos, podría deberse a las condiciones de humedad disponible para el cultivo. Mientras que en los lisímetros estas condiciones fueron óptimas, a nivel de parcelas experimentales el cultivo estuvo expuesto a estrés hídrico durante momentos críticos de su desarrollo (pleno crecimiento vegetativo y floración). Además, el bajo rendimiento se debe a un ataque fuerte en la parcela experimental y lisímetros de Gusano Rosado de la India que mermó notablemente la producción.

Cuadro 4.10: Rendimiento del cultivo de algodón en parcelas experimentales y lisímetros

VARIEDAD	PARCELA	RDTO (Kg/ha)	LISÍMETRO	RDTO (Kg/ha)
UNP-1	I	1292.74	I	1677.78
	III	2154.55	III	1620.60
	V	1077.28		
	VII	1292.74		
	RDTO	1454.33		1649.19
FUNDEAL-6	II	1400.47	II	3174.70
	IV	1292.74	IV	1492.75
	VI	1292.74		
	VIII	1185.01		
	RDTO	1292.74		2333.73

4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

4.4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN PARCELAS EXPERIMENTALES

Mediante el análisis de varianza (ANVA), (Cuadro 4.11), se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, por tanto, son estadísticamente iguales.

Cuadro 4.11: Análisis de varianza (ANVA) para rendimiento de cultivo de algodón en parcela experimental

FACTOR DE VARIACIÓN	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Factor Corrección	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	1	0.93	0.93	0.44	NS
Error Experimental	6	12.55	2.09		
Total	7	13.47			

4.4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS EN LISÍMETROS

Mediante la prueba t (Cuadro 4.12), se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos, por tanto, son estadísticamente diferentes. Los resultados promedios; para variedad UNP-01 fue de 1,649.00 kg/ha. y para la variedad resulto ser FUNDEAL-06 es 2,333.73 kg/ha.

Cuadro 4.12: Prueba t en lisímetros para rendimiento de cultivo de algodón en lisímetros

TRATAMIENTOS	n	PROMEDIO	Grados de Libertad	α	SIGNIFICANCIA
UNP-1	2	1620.6	1	5%	SI
FUNDEAL 6	2	2333.73			

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

Finalizado el presente trabajo de investigación, se puede concluir lo siguiente:

- a) El requerimiento hídrico promedio del cultivo de Algodón, bajo condiciones lisimétricas, es 928.84 mm, equivalente a 9288.45 m³/ha.
- b) El requerimiento hídrico estimado para la variedad UNP- 01 (9314,6m³/ha) es mayor al obtenido para la variedad FUNDEAL-06 (9262,3m³/ha).
- c) Las tasas más altas de evapotranspiración real obtenida en los lisímetros, para el cultivo de Algodón, se presentaron en la etapa de formación de estructuras reproductivas y fructificación, con valores de 3.68 a 7.40 mm/día.
- d) Los valores más altos del coeficiente de cultivo (Kc) para las variedades de algodón UNP-01 y FUNDEAL-06, alcanzaron sus máximos valores de 1.62 y 1.59 respectivamente, durante la etapa III (fructificación).
- e) La Agrometeorología, a través de estudios lisimétricos, constituye una propuesta metodológica idónea para estimar los requerimientos hídricos de los cultivos siendo los valores promedio del coeficiente de cultivo (Kc) para el Algodón, en las etapas I, II, III y IV las siguientes 0.47, 0.74, 1.58 y 0.67 respectivamente.

- f) El rendimiento promedio bajo condiciones lisimétricas resultó de 1,649.19 kg/ha para la variedad UNP-01, registrándose una diferencia de +12.56 % respecto al rendimiento bajo condiciones de riego tradicional.
- g) El rendimiento promedio bajo condiciones lisimétricas resultó de 2,333.73 kg/ha para la variedad FUNDEAL-06, registrándose una diferencia de +57.41 % respecto al rendimiento bajo riego tradicional.
- h) Bajo condiciones de Riego tradicional, no se controla apropiadamente los requerimientos de agua en sus diferentes etapas del cultivo, estando este expuesto a riesgo de ser afectado por déficit hídrico.
- i) En comparación al recurso hídrico utilizado tanto en parcela experimental, encontramos que mediante riego tradicional hay un exceso de aplicación de agua para riego, en la parcela experimental, regada por la Universidad utilizaron 11400 m³/ha, cuando mediante condiciones lisimétricas, óptimas tenemos que el cultivo tiene una necesidad de 9,288.45 m³/ha; habiendo así un exceso de 22.7% de exceso en la parcela experimental.
- j) La baja producción obtenida en este experimento, se debió a un ataque masivo de Gusano Rosado de la India (*Pectinophora gossypiella*), debido a la mala ubicación de la parcela experimental, ya que estábamos en un lugar susceptible al ataque y que nos ofrecía pocas defensas ante el ataque; a nivel de lisímetros una de las razones que ayudo a la baja producción fue la poca profundidad del lisímetro que no permitió un pleno desarrollo del área radicular del cultivo.

- k) El cambio climático está afectando al país, y la situación es más visible en la disponibilidad de agua en cada zona; por ende, un manejo adecuado del riego en el cultivo de Algodón, es lo más conveniente para el mayor aprovechamiento del recurso hídrico y una mejor adaptación de este al cambio climático.

CAPÍTULO 6

RECOMENDACIONES

- a) Se debe optar por realizar más trabajos de investigación similares, con el mismo cultivo de algodón, pero en un lisímetro que se ajuste a sus necesidades, tanto de distanciamiento como de profundidad; además de hacerlo con otros cultivos y con la finalidad de conocer, comparar resultados y saber con exactitud los requerimientos hídricos de cada uno de los cultivos investigados.
- b) También se recomienda repetir la investigación de manera anual para establecer a ciencia cierta cómo es que va afectando el cambio climático en el cultivo de algodón, además de otros cultivos principales de la zona.
- c) Difundir los resultados de esta investigación por medio de charlas y cursos dirigidos a los productores, además de un lugar donde ellos puedan experimentar, que con menos cantidad de agua pueden tener mejores resultados, además de que al racionalizar el agua obtienen mejores beneficios económicos. En estas mismas charlas, concientizar a los asistentes sobre el Cambio climático y su impacto en la agricultura.

CAPÍTULO 7

BIBIOGRAFÍA

- (1) **BROWN, H y WARE, J.** 1961. ALGODON. 1º Edición en español, Editorial UTHEA, 624 pag.
- (2) **ELÍAS CASTILLO, F. y CASTELLVÍ SENTÍS, F.** 1996. Agrometeorología. Ediciones Mundi Prensa. Madrid - España. 517 pág.
- (3) **FUENTES YAGÜE, JOSÉ L.** 2003. Técnicas de Riego. 4ta. edición. Editorial Mundi – Prensa. España.
- (4) **GALARZA, ELSA.** 2008. Los Costos Económicos del Cambio Climático: Cambio Climático y Pobreza. CIUP. Economía y Sociedad 67, CIES. Perú
- (5) **GARCÍA VILLANUEVA. J.** 1992. Agrometeorología, Energía y Agua en la Agricultura. Ediciones UNA La Molina. Lima. Perú.
- (6) **GENG TORRES, LUÍS.** 2008. Cambio Climático, Desarrollo Regional y Reducción de la Pobreza. <http://www.minam.gob.pe>
- (7) **IPCC.** (Panel Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático). 1997. Impactos Regionales del Cambio Climático: Evaluación de la vulnerabilidad. Naciones Unidas. <http://www.ipcc.ch/>. [Consulta: Octubre, 2008].
- (8) **ISRELSSEN, O. y HANSEN, W.** 1965. Principios y Aplicaciones del Riego. 2da. edición. Editorial Reverté. Barcelona – España. 224 pág.
- (9) **IPCC.** 2007. El Cambio Climático: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. Naciones Unidas. <http://www.ipcc.ch/>. [Consulta: Octubre, 2008].
- (10) **MONTERO TORRES M.** 2008. Apuntes del curso Principios de Irrigación. Piura— Perú.

- (11) **NIEVES CAMACHO, RAUL. 2004.** Proyecto de Adaptación Genotípica del Algodonero de Fibra Extralarga (*Gossypium barbadense*) al ambiente ecológico y altas densidades de siembra. UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA “II JORNADA CIENTIFICA”
- (12) **PDRS – GTZ. 2008.** Folleto: Cambio Climático y Desarrollo Rural Sostenible. 1ra. edición. Piura – Perú
- (13) **REYES MORE, PEDRO MIGUEL. 2004.** Características de las variedades comerciales de Algodón para Piura. Ficha informativa. 3 páginas.
- (14) **VÁZQUEZ VILLANUEVA, A. 2000.** Manejo de Cuencas Altoandinas. Tomo 1. UNALM. Lima- Perú.
- (15) **YAURI QUISPE, H. 2004.** Estudio Agroclimático del Algodonero en la Costa Norte y Central del Perú. Lima – Perú. 56 pág.
- (16) **YAURI QUISPE, H. 2009.** Comunicación personal. SENAMHI. Piura- Perú.
- (17) **ZAVALETA GARCÍA, A.1992.** Edafología. El Suelo en relación con la producción. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Editorial A & B. S.A. Lima - Perú. 223 pág.

ANEXOS

Anexo 01: RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DEL SUELO

DETERMINACIONES	HORIZONTES DE PERFIL			
	0 - 20 cm	20 - 50 cm	50 - 70 cm	60 - 85 cm
Clase Textural	Franco	FrancoArenoso	Arenoso	Arenoso
% Arena	47,00	65,00	88,00	90,00
% Limo	34,00	23,00	6,00	5,00
% Arcilla	19,00	12,00	6,00	5,00
Cond. Elect. (ds/m)	0,40	0,35	0,30	0,29
pH (1:2.5)	7,38	7,30	7,35	7,20
Calcáreo (%CaCO ₃)	0,45	0,38	0,42	0,27
Materia Orgánica (%)	0,50	0,30	0,18	0,10
N total (%N)	0,03	0,01	0,01	0,01
P disponible (ppm P)	13,00	12,00	12,00	11,00
K asimilable (ppm K)	150,00	120,00	90,00	80,00
C.I.C. cmol ⁽⁺⁾ /kg	14,10	8,36	*	*
Ca ⁺⁺ cmol ⁽⁺⁾ /kg	10,10	5,90		
Mg ⁺⁺ cmol ⁽⁺⁾ /kg	3,40	1,90		
K ⁺ cmol/kg	0,36	0,30		
Na ⁺ cmol/kg	0,24	0,26		

* C.I.C por debajo de 2 cmol⁽⁺⁾/kg

Anexo 02: DATOS PROMEDIO PARA CALCULAR DENSIDAD APARENTE DEL SUELO

NIVEL (cm)	CILINDRO+ SUELO SECO (g)	CILINDRO (g)	SUELO SECO (g)	h (cm)	ø (cm)	r (cm)	Π	volumen cilindro	Dg (g/cm ³)	Dp (g/cm ³)	Ep %
0-20	169,215	65,67	103,545	4,79	4,57	2,285	3,1416	78,57	1,32	2,65	50,188
20-40	179,325	64,47	114,855	4,79	4,57	2,285	3,1416	78,57	1,46		44,905
40-60	181,145	64,41	116,735	4,79	4,57	2,285	3,1416	78,57	1,48		44,151
60-70	182,08	64,87	117,21	4,79	4,57	2,285	3,1416	78,57	1,49		43,773

Ø=diámetro r= radio

π = pi

Anexo 03: CONTENIDO PROMEDIO DE HUMEDAD GRAVIMÉTRICA (ω) POR VARIEDAD BAJO CONDICIONES LISIMÉTRICAS.

DDS			143	155	165	175
FECHA/2010			22-jul	03-ago	13-ago	23-ago
LISIMETRO	VARIEDAD	NIVEL (cm)	CONTENIDO DE HUMEDAD GRAVIMETRICA (ω)			
I, III	UNP 01	0 - 20	4,46	11,54	6,22	8,36
		20 - 40	12,98	11,94	9,81	9,02
		40 - 60	22,72	14,91	9,31	11,57
		60 - 70	33,53	16,83	9,85	15,94
II, IV	FUNDEAL IV	0 - 20	8,62	8,62	4,67	4,49
		20 - 40	12,96	12,96	9,21	11,18
		40 - 60	7,66	17,41	14,99	13,2
		60 - 70	39,27	12,01	13,74	13,07

Anexo 04: Requerimiento Hídrico y Kc en la Etapa I – Variedad UNP-01

ETAPA	FECHA DE LECTURA DEL LISÍMETRO	DDS	Eo mm/día	REQUERIMIENTO HÍDRICO (mm)		Coeficiente de Cultivo	
				Em (mm/día)	Total	diario	prom. Etapa
I ETAPA	03/03/2010	1	5.13	1.8	143.32	0.35	0.51
	04/03/2010	2	5.25	3.8		0.72	
	05/03/2010	3	4.84	2.5		0.52	
	06/03/2010	4	4.71	1.8		0.38	
	07/03/2010	5	5.33	3.5		0.66	
	08/03/2010	6	4.59	1.8		0.39	
	09/03/2010	7	3.88	3		0.77	
	10/03/2010	8	4.97	2		0.40	
	11/03/2010	9	5.01	2		0.40	
	12/03/2010	10	4.68	2		0.43	
	13/03/2010	11	2.82	1.8		0.64	
	14/03/2010	12	5.05	1.8		0.36	
	15/03/2010	13	4.87	2.3		0.47	
	16/03/2010	14	4.82	3.3		0.68	
	17/03/2010	15	5.06	2.1		0.42	
	18/03/2010	16	4.73	2.7		0.57	
	19/03/2010	17	4.66	1.7		0.36	
	20/03/2010	18	4.82	2.7		0.56	
	21/03/2010	19	5.64	3.1		0.55	
	22/03/2010	20	4.54	3.5		0.77	
	23/03/2010	21	5.28	2.9		0.55	
	24/03/2010	22	6.41	2.7		0.42	
	25/03/2010	23	5.69	2.5		0.44	
	26/03/2010	24	4.78	2.5		0.52	
	27/03/2010	25	5.04	3.3		0.65	
	28/03/2010	26	4.72	2.8		0.59	
	29/03/2010	27	5.15	2		0.39	
	30/03/2010	28	5.48	3		0.55	
	31/03/2010	29	4.69	1		0.21	
	01/04/2010	30	4.34	1.2		0.28	
	02/04/2010	31	5.32	2.5		0.47	
	03/04/2010	32	4.83	2.3		0.48	
	04/04/2010	33	4.57	1		0.22	
	05/04/2010	34	3.24	1.8		0.56	
	06/04/2010	35	4.68	2.3		0.49	
	07/04/2010	36	4.92	3		0.61	
	08/04/2010	37	5.05	2.8		0.55	
	09/04/2010	38	4.98	2.3		0.46	
	10/04/2010	39	5.62	2.8		0.50	
	11/04/2010	40	5.51	2.3		0.42	
	12/04/2010	41	5.02	2.3		0.46	
	13/04/2010	42	5.41	2.8		0.52	
	14/04/2010	43	5.48	2.8		0.51	
	15/04/2010	44	4.80	2.8		0.58	
	16/04/2010	45	5.09	1.9		0.37	
	17/04/2010	46	4.90	2.02		0.41	
	18/04/2010	47	5.07	2.8		0.55	
	19/04/2010	48	4.98	3.1		0.62	
	20/04/2010	49	4.72	3.3		0.70	
	21/04/2010	50	5.18	2.5		0.48	
	22/04/2010	51	4.81	2.4		0.50	
	23/04/2010	52	5.14	2.2		0.43	
	24/04/2010	53	4.75	2.3		0.48	
	25/04/2010	54	4.54	2.8		0.62	
	26/04/2010	55	4.97	4		0.80	
	27/04/2010	56	2.14	2.3		1.07	
	28/04/2010	57	5.07	2.8		0.55	
	29/04/2010	58	4.83	2		0.41	

Anexo 05: Requerimiento Hídrico y Kc en la etapa II – variedad unp-01

ETAPA	FECHA DE LECTURA DEL LISÍMETRO	DDS	Eo mm/día	REQUERIMIENTO HÍDRICO (mm)		Coeficiente de Cultivo	
				Em (mm/día)	Total	diario	prom. Etapa
II ETAPA	01/05/2010	60	2.38	2.5	330.25	1.05	1.19
	02/05/2010	61	4.25	3.2		0.75	
	03/05/2010	62	4.30	1.9		0.44	
	04/05/2010	63	4.91	3.4		0.69	
	05/05/2010	64	4.34	2.9		0.67	
	06/05/2010	65	4.65	3.5		0.75	
	07/05/2010	66	4.47	3.3		0.74	
	08/05/2010	67	5.05	2.9		0.57	
	09/05/2010	68	4.67	3.2		0.69	
	10/05/2010	69	4.01	2.9		0.72	
	11/05/2010	70	5.11	3.6		0.70	
	12/05/2010	71	5.02	3.25		0.71	
	13/05/2010	72	4.57	3.2		0.70	
	14/05/2010	73	4.58	2.2		0.44	
	15/05/2010	74	4.99	2.4		0.53	
	16/05/2010	75	4.55	2.4		0.57	
	17/05/2010	76	4.24	2.7		0.57	
	18/05/2010	77	4.75	3		0.67	
	19/05/2010	78	4.50	2.9		0.66	
	20/05/2010	79	4.42	2.9		0.74	
	21/05/2010	80	3.94	2.9		0.68	
	22/05/2010	81	4.25	3.2		0.79	
	23/05/2010	82	4.03	2.9		0.68	
	24/05/2010	83	4.29	2.5		0.56	
	25/05/2010	84	4.49	2.9		0.64	
	26/05/2010	85	4.53	2.8		0.77	
	27/05/2010	86	3.63	2.9		0.73	
	28/05/2010	87	3.98	3.3		0.80	
	29/05/2010	88	4.13	3.6		0.78	
	30/05/2010	89	4.61	4.4		0.95	
	31/05/2010	90	4.63	4.6		1.03	
	01/06/2010	91	4.45	4.9		1.20	
	02/06/2010	92	4.12	5.3		1.20	
	03/06/2010	93	4.07	5.1		1.30	
	04/06/2010	94	4.43	6.2		1.46	
	05/06/2010	95	3.94	5.1		1.12	
	06/06/2010	96	4.25	5.6		1.26	
	07/06/2010	97	4.55	6.5		1.90	
	08/06/2010	98	4.45	6.4		1.40	
	09/06/2010	99	3.42	6.5		1.67	
	10/06/2010	100	4.59	6.8		1.59	
	11/06/2010	101	3.89	6.4		1.54	
	12/06/2010	102	4.29	5.8		1.60	
	13/06/2010	103	4.16	5.3		1.16	
	14/06/2010	104	3.63	5		1.20	
	15/06/2010	105	4.56	6.1		1.37	
	16/06/2010	106	4.17	6.7		1.62	
	17/06/2010	107	4.44	5.8		1.87	
	18/06/2010	108	4.14	6.5		1.76	
	19/06/2010	109	3.10	6.1		1.59	
	20/06/2010	110	3.69	6.1		1.36	
	21/06/2010	111	3.84	6.1		1.74	
	22/06/2010	112	4.47	5.4		1.32	
	23/06/2010	113	3.50	6.9		1.56	
	24/06/2010	114	4.08	6.4		1.70	
	25/06/2010	115	4.41	6.6		1.67	
	26/06/2010	116	3.77	6.3		1.48	
	27/06/2010	117	3.95	7.2		1.92	
	28/06/2010	118	4.26	7.4		1.86	
	29/06/2010	119	3.75	7.7		2.17	
	30/06/2010	120	3.98	7.1		2.21	
	01/07/2010	121	3.55	6.6		1.78	
	02/07/2010	122	3.21	6.7		2.17	
	03/07/2010	123	3.71	6.4		1.52	
	04/07/2010	124	3.08	6.5		1.40	
	05/07/2010	125	4.21	6.6		2.06	
	06/07/2010	126	4.64	6.4		1.87	
	07/07/2010	127	3.20	6.3		1.54	
	08/07/2010	128	3.43	5.2		1.34	

Anexo 06: Requerimiento hídrico y KC en la etapa III – Variedad UNP-01

ETAPA	FECHA DE LECTURA DEL LISÍMETRO	DDS	Eo mm/día	REQUERIMIENTO HIDRICO (mm)		Coeficiente de Cultivo	
				Em (mm/día)	Total	diario	prom. Etapa
III ETAPA	09/07/2010	129	4.09	5.5	370	1.34	1.54
	10/07/2010	130	3.87	5.2		1.26	
	11/07/2010	131	4.10	5.8		1.38	
	12/07/2010	132	4.14	5.5		1.28	
	13/07/2010	133	4.20	6.2		1.57	
	14/07/2010	134	4.29	5.9		1.77	
	15/07/2010	135	3.96	5.6		1.48	
	16/07/2010	136	3.33	3.6		0.85	
	17/07/2010	137	3.77	5		1.30	
	18/07/2010	138	4.21	5.5		1.44	
	19/07/2010	139	3.85	5.4		1.36	
	20/07/2010	140	3.81	5.8		1.40	
	21/07/2010	141	3.96	5.5		1.24	
	22/07/2010	142	4.16	5.7		1.57	
	23/07/2010	143	4.45	6		1.74	
	24/07/2010	144	3.64	5.7		1.62	
	25/07/2010	145	3.44	6.7		1.78	
	26/07/2010	146	3.51	6.8		1.68	
	27/07/2010	147	3.75	6.7		1.73	
	28/07/2010	148	4.05	6.9		1.79	
	29/07/2010	149	3.87	6.1		1.61	
	30/07/2010	150	3.85	6.6		1.78	
	31/07/2010	151	3.79	6.7		1.89	
	01/08/2010	152	3.71	6.3		1.72	
	02/08/2010	153	3.55	5.6		1.30	
	03/08/2010	154	3.66	5.9		1.56	
	04/08/2010	155	4.32	5.9		1.91	
	05/08/2010	156	3.79	6.3		1.68	
	06/08/2010	157	3.08	6.2		1.57	
	07/08/2010	158	3.76	5.5		1.41	
	08/08/2010	159	3.95	6.5		1.72	
	09/08/2010	160	3.90	6.5		1.73	
	10/08/2010	161	3.78	5.6		1.53	
	11/08/2010	162	3.77	5.3		1.46	
	12/08/2010	163	3.67	3.1		0.66	
	13/08/2010	164	3.64	6.1		1.89	
	14/08/2010	165	4.68	6.8		2.00	
	15/08/2010	166	3.23	6.2		1.46	
	16/08/2010	167	3.40	6.3		1.68	
	17/08/2010	168	4.26	5.7		1.80	
	18/08/2010	169	3.76	6.2		1.96	
	19/08/2010	170	3.17	6.5		1.74	
	20/08/2010	171	3.17	6.1		2.07	
	21/08/2010	172	3.74	6.3		1.72	
	22/08/2010	173	2.95	5.9		1.59	
	23/08/2010	174	3.66	6.4		1.57	
	24/08/2010	175	3.70	7.3		2.03	
	25/08/2010	176	4.07	7.2		1.93	
	26/08/2010	177	3.60	6.6		1.98	
	27/08/2010	178	3.73	6.3		1.71	
	28/08/2010	179	3.33	5.9		1.96	
	29/08/2010	180	3.69	6.5		1.61	
	30/08/2010	181	3.01	6.2		1.46	
	31/08/2010	182	4.04	6		1.30	
	01/09/2010	183	4.24	6.7		1.31	
	02/09/2010	184	4.63	5.7		1.23	
	03/09/2010	185	5.11	5.8		1.29	
	04/09/2010	186	4.63	4.9		1.11	
	05/09/2010	187	4.49	4.4		1.04	
	06/09/2010	188	4.41	3.6		0.84	
	07/09/2010	189	4.25	4.8		1.14	
	08/09/2010	190	4.28	4.7		0.98	
	09/09/2010	191	4.20	5.8		1.24	

Anexo 07: Requerimiento hídrico y Kc en la etapa IV – Variedad UNP-01

ETAPA	FECHA DE LECTURA	DDS	Eo mm/día	REQUERIMIENTO HIDRICO (mm)		Coeficiente de Cultivo	
				Em (mm/día)	Total	diario	prom. Etapa
IV ETAPA	10/09/2010	192	4,81	5,4	106,3	1,28	0,87
	11/09/2010	193	4,68	4,8		1,43	
	12/09/2010	194	4,22	4,6		0,96	
	13/09/2010	195	3,36	4,5		1,03	
	14/09/2010	196	4,79	4,6		0,88	
	15/09/2010	197	4,38	3,4		0,69	
	16/09/2010	198	5,26	3,6		0,86	
	17/09/2010	199	4,94	4,4		1,10	
	18/09/2010	200	4,20	4,6		1,06	
	19/09/2010	201	3,98	4,5		0,98	
	20/09/2010	202	4,35	4,2		0,94	
	21/09/2010	203	4,57	3,3		0,73	
	22/09/2010	204	4,47	2,8		0,53	
	23/09/2010	205	4,51	3,9		0,80	
	24/09/2010	206	5,31	3,4		0,80	
	25/09/2010	207	4,86	3,6		0,71	
	26/09/2010	208	4,28	3,3		0,67	
	27/09/2010	209	5,06	4,1		0,95	
	28/09/2010	210	4,94	3,2		0,62	
	29/09/2010	211	4,30	1,9		0,45	
	30/09/2010	212	5,16	3,8		1,00	
	01/10/2010	213	4,249	3,9		1,04	
	02/10/2010	214	3,806	3,8		0,95	
	03/10/2010	215	3,759	3,5		0,91	
	04/10/2010	216	3,994	3		0,75	
	05/10/2010	217	3,846	2,9		0,73	
	06/10/2010	218	3,985	3,5		0,75	
	07/10/2010	219	3,985	3,8		0,87	

Anexo 08: Requerimiento hídrico y Kc en la etapa I variedad Fundeal-06

ETAPA	FECHA DE LECTURA DEL LISÍMETRO	DDS	Eo mm/día	REQUERIMIENTO HIDRICO (mm)		Coeficiente de Cultivo	
				Em (mm/día)	Total	diario	prom. Etapa
I ETAPA	03/03/2010	1	5.13	2.8	122.25	0.55	0.44
	04/03/2010	2	5.25	4.5		0.86	
	05/03/2010	3	4.84	2.5		0.52	
	06/03/2010	4	4.71	2.3		0.49	
	07/03/2010	5	5.33	4		0.75	
	08/03/2010	6	4.59	2		0.44	
	09/03/2010	7	3.88	3.5		0.90	
	10/03/2010	8	4.97	2		0.40	
	11/03/2010	9	5.01	2.3		0.46	
	12/03/2010	10	4.68	2.3		0.49	
	13/03/2010	11	2.82	1.5		0.53	
	14/03/2010	12	5.05	2.3		0.46	
	15/03/2010	13	4.87	2.5		0.51	
	16/03/2010	14	4.82	1.8		0.37	
	17/03/2010	15	5.06	1.9		0.38	
	18/03/2010	16	4.73	2.3		0.49	
	19/03/2010	17	4.66	1.4		0.30	
	20/03/2010	18	4.82	1.7		0.35	
	21/03/2010	19	5.64	2		0.35	
	22/03/2010	20	4.54	2		0.44	
	23/03/2010	21	5.28	1.7		0.32	
	24/03/2010	22	6.41	2		0.31	
	25/03/2010	23	5.69	2		0.35	
	26/03/2010	24	4.78	2.3		0.48	
	27/03/2010	25	5.04	2.8		0.56	
	28/03/2010	26	4.72	2.5		0.53	
	29/03/2010	27	5.15	2.3		0.45	
	30/03/2010	28	5.48	2.8		0.51	
	31/03/2010	29	4.69	1		0.21	
	01/04/2010	30	4.34	1.2		0.28	
	02/04/2010	31	5.32	1.8		0.34	
	03/04/2010	32	4.83	2		0.41	
	04/04/2010	33	4.57	1		0.22	
	05/04/2010	34	3.24	1.5		0.46	
	06/04/2010	35	4.68	1.5		0.32	
	07/04/2010	36	4.92	2.15		0.44	
	08/04/2010	37	5.05	2.75		0.54	
	09/04/2010	38	4.98	2		0.40	
	10/04/2010	39	5.62	2		0.36	
	11/04/2010	40	5.51	1.75		0.32	
	12/04/2010	41	5.02	1.95		0.39	
	13/04/2010	42	5.41	1.6		0.30	
	14/04/2010	43	5.48	2		0.37	
	15/04/2010	44	4.80	1.9		0.40	
	16/04/2010	45	5.09	1.5		0.29	
	17/04/2010	46	4.90	1.5		0.31	
	18/04/2010	47	5.07	2.3		0.45	
	19/04/2010	48	4.98	1.9		0.38	
	20/04/2010	49	4.72	2		0.42	
	21/04/2010	50	5.18	1.9		0.37	
	22/04/2010	51	4.81	1.4		0.29	
	23/04/2010	52	5.14	1.4		0.27	
	24/04/2010	53	4.75	1.5		0.32	
	25/04/2010	54	4.54	2.5		0.55	
	26/04/2010	55	4.97	2.75		0.55	
	27/04/2010	56	2.14	2.5		1.17	
	28/04/2010	57	5.07	2.3		0.45	
	29/04/2010	58	4.83	1.5		0.31	
	30/04/2010	59	4.77	1.2		0.25	

Anexo 09: Requerimiento hídrico y Kc en la etapa II variedad Fundeal-06

ETAPA	FECHA DE LECTURA DEL LISÍMETRO	DDS	Eo mm/día	REQUERIMIENTO HIDRICO (mm)		Coeficiente de Cultivo	
				Em (mm/día)	Total	diario	prom. Etapa
II ETAPA	01/05/2010	60	2.38	2.1	359.35	0.88	1.24
	02/05/2010	61	4.25	3.3		0.78	
	03/05/2010	62	4.30	2.1		0.49	
	04/05/2010	63	4.91	3.5		0.71	
	05/05/2010	64	4.34	3.25		0.75	
	06/05/2010	65	4.65	3.5		0.75	
	07/05/2010	66	4.47	2.85		0.64	
	08/05/2010	67	5.05	2.9		0.57	
	09/05/2010	68	4.67	3.45		0.74	
	10/05/2010	69	4.01	3.1		0.77	
	11/05/2010	70	5.11	3.3		0.65	
	12/05/2010	71	5.02	2.9		0.64	
	13/05/2010	72	4.57	3.3		0.72	
	14/05/2010	73	4.58	3.4		0.68	
	15/05/2010	74	4.99	3.4		0.75	
	16/05/2010	75	4.55	3.5		0.83	
	17/05/2010	76	4.24	3.5		0.74	
	18/05/2010	77	4.75	3.3		0.73	
	19/05/2010	78	4.50	4.4		1.00	
	20/05/2010	79	4.42	3.65		0.93	
	21/05/2010	80	3.94	3.5		0.82	
	22/05/2010	81	4.25	3.5		0.87	
	23/05/2010	82	4.03	3.2		0.75	
	24/05/2010	83	4.29	3.3		0.73	
	25/05/2010	84	4.49	3.4		0.75	
	26/05/2010	85	4.53	4.1		1.13	
	27/05/2010	86	3.63	3.6		0.90	
	28/05/2010	87	3.98	4.1		0.99	
	29/05/2010	88	4.13	4.1		0.89	
	30/05/2010	89	4.61	4.3		0.93	
	31/05/2010	90	4.63	4.4		0.99	
	01/06/2010	91	4.45	4.7		1.15	
	02/06/2010	92	4.12	5.4		1.22	
	03/06/2010	93	4.07	5.2		1.32	
	04/06/2010	94	4.43	5.6		1.32	
	05/06/2010	95	3.94	5.7		1.25	
	06/06/2010	96	4.25	6.3		1.41	
	07/06/2010	97	4.55	7.1		2.08	
	08/06/2010	98	4.45	5.9		1.29	
	09/06/2010	99	3.42	6.7		1.72	
	10/06/2010	100	4.59	6.8		1.59	
	11/06/2010	101	3.89	6.1		1.46	
	12/06/2010	102	4.29	5.7		1.57	
	13/06/2010	103	4.16	5.5		1.21	
	14/06/2010	104	3.63	5.5		1.32	
	15/06/2010	105	4.56	5.1		1.15	
	16/06/2010	106	4.17	6.4		1.55	
	17/06/2010	107	4.44	6.4		2.07	
	18/06/2010	108	4.14	6.4		1.73	
	19/06/2010	109	3.10	6.2		1.61	
	20/06/2010	110	3.69	5.8		1.30	
	21/06/2010	111	3.84	6.3		1.80	
	22/06/2010	112	4.47	5.8		1.42	
	23/06/2010	113	3.50	6.9		1.56	
	24/06/2010	114	4.08	6.45		1.71	
	25/06/2010	115	4.41	6.7		1.70	
	26/06/2010	116	3.77	6.5		1.52	
	27/06/2010	117	3.95	7		1.86	
	28/06/2010	118	4.26	7.4		1.86	
	29/06/2010	119	3.75	7.5		2.11	
	30/06/2010	120	3.98	6.9		2.15	
	01/07/2010	121	3.55	7.1		1.91	
	02/07/2010	122	3.21	6.6		2.14	
	03/07/2010	123	3.71	6.3		1.50	
	04/07/2010	124	3.08	6.5		1.40	
	05/07/2010	125	4.21	6.8		2.12	
	06/07/2010	126	4.64	6.2		1.81	
	07/07/2010	127	3.20	5.7		1.39	
	08/07/2010	128	3.43	5		1.29	
	09/07/2010	129	4.09	5.3		1.29	
	10/07/2010	130	3.87	5.7		1.38	
	11/07/2010	131	4.10	6		1.43	

Anexo 10: Requerimiento hídrico y Kc en la etapa III – variedad Fundeal-06

ETAPA	FECHA DE LECTURA DEL LISÍMETRO	DDS	Eo mm/día	REQUERIMIENTO HÍDRICO (mm)		Coeficiente de Cultivo	
				Em (mm/día)	Total	diario	prom. Etapa
III ETAPA	12/07/2010	132	4.14	5.9	364.6	1.38	1.57
	13/07/2010	133	4.20	6.3		1.59	
	14/07/2010	134	4.29	6.2		1.86	
	15/07/2010	135	3.96	6.2		1.64	
	16/07/2010	136	3.33	3.7		0.88	
	17/07/2010	137	3.77	4.3		1.12	
	18/07/2010	138	4.21	4.9		1.29	
	19/07/2010	139	3.85	6.1		1.54	
	20/07/2010	140	3.81	6.7		1.61	
	21/07/2010	141	3.96	5.7		1.28	
	22/07/2010	142	4.16	5.7		1.57	
	23/07/2010	143	4.45	6.4		1.86	
	24/07/2010	144	3.64	6.6		1.88	
	25/07/2010	145	3.44	6.4		1.70	
	26/07/2010	146	3.51	6.5		1.61	
	27/07/2010	147	3.75	6.6		1.71	
	28/07/2010	148	4.05	6.1		1.58	
	29/07/2010	149	3.87	6.5		1.72	
	30/07/2010	150	3.85	6.6		1.78	
	31/07/2010	151	3.79	6.7		1.89	
	01/08/2010	152	3.71	6.2		1.69	
	02/08/2010	153	3.55	6		1.39	
	03/08/2010	154	3.66	6.2		1.64	
	04/08/2010	155	4.32	6.4		2.08	
	05/08/2010	156	3.79	6.1		1.62	
	06/08/2010	157	3.08	5.9		1.50	
	07/08/2010	158	3.76	5.9		1.51	
	08/08/2010	159	3.95	6.2		1.64	
	09/08/2010	160	3.90	6.5		1.73	
	10/08/2010	161	3.78	6.5		1.77	
	11/08/2010	162	3.77	5.8		1.59	
	12/08/2010	163	3.67	5.9		1.26	
	13/08/2010	164	3.64	6.3		1.95	
	14/08/2010	165	4.68	6.3		1.85	
	15/08/2010	166	3.23	5.9		1.39	
	16/08/2010	167	3.40	6.5		1.73	
	17/08/2010	168	4.26	6.1		1.92	
	18/08/2010	169	3.76	6.2		1.96	
	19/08/2010	170	3.17	6.1		1.63	
	20/08/2010	171	3.17	6.8		2.30	
	21/08/2010	172	3.74	6.5		1.78	
	22/08/2010	173	2.95	6.2		1.68	
	23/08/2010	174	3.66	6.7		1.65	
	24/08/2010	175	3.70	7.3		2.03	
	25/08/2010	176	4.07	6.9		1.85	
	26/08/2010	177	3.60	6.9		2.07	
	27/08/2010	178	3.73	5.9		1.60	
	28/08/2010	179	3.33	5.9		1.96	
	29/08/2010	180	3.69	6		1.48	
	30/08/2010	181	3.01	6.4		1.51	
	31/08/2010	182	4.04	5.5		1.19	
	01/09/2010	183	4.24	6.2		1.21	
	02/09/2010	184	4.63	4.8		1.04	
	03/09/2010	185	5.11	6.1		1.36	
	04/09/2010	186	4.63	4.5		1.02	
	05/09/2010	187	4.49	4.7		1.11	
	06/09/2010	188	4.41	3.4		0.79	
	07/09/2010	189	4.25	5		1.19	
	08/09/2010	190	4.28	5.9		1.23	
	09/09/2010	191	4.20	4.8		1.03	
	10/09/2010	192	4.81	5.1		1.21	

Anexo 11: Requerimiento hídrico y Kc en la etapa IV – Variedad Fundeal-06

ETAPA	FECHA DE LECTURA	DDS	Eo mm/día	REQUERIMIENTO HIDRICO (mm)		Coeficiente de Cultivo	
				Em (mm/día)	Total	diario	prom. Etapa
IV ETAPA	11/09/2010	193	4,68	4,8	90,6	1,43	0,77
	12/09/2010	194	4,22	4,4		0,92	
	13/09/2010	195	3,36	4,5		1,03	
	14/09/2010	196	4,79	4,8		0,91	
	15/09/2010	197	4,38	3,3		0,67	
	16/09/2010	198	5,26	3,6		0,86	
	17/09/2010	199	4,94	5		1,26	
	18/09/2010	200	4,20	4,1		0,94	
	19/09/2010	201	3,98	4,1		0,90	
	20/09/2010	202	4,35	3		0,67	
	21/09/2010	203	4,57	3,4		0,75	
	22/09/2010	204	4,47	3,3		0,62	
	23/09/2010	205	4,51	3,2		0,66	
	24/09/2010	206	5,31	3,8		0,89	
	25/09/2010	207	4,86	3,3		0,65	
	26/09/2010	208	4,28	3,1		0,63	
	27/09/2010	209	5,06	3,5		0,81	
	28/09/2010	210	4,94	3,1		0,60	
	29/09/2010	211	4,30	2,2		0,52	
	30/09/2010	212	5,16	2,5		0,66	
	01/10/2010	213	4,249	2,5		0,67	
	02/10/2010	214	3,806	2,4		0,60	
	03/10/2010	215	3,759	2,2		0,57	
	04/10/2010	216	3,994	2,2		0,55	
	05/10/2010	217	3,846	2,3		0,58	
	06/10/2010	218	3,985	2,9		0,62	
	07/10/2010	219	3,985	3,1		0,71	

Anexo 12: Datos meteorológicos Marzo 2010, de la estación Meteorológica Agrícola principal – Miraflores – UNP

DIA	Tº MEDIA	Tº MAX	Tº MIN	HR %	EVAPOR. mm	PREC.	HORAS SOL	P A mb
1	28.2	32	25	70	3.1	0	2.8	1010.9
2	28.3	33.6	24.4	68	3.2	0	2.9	1010.3
3	28.5	35.4	23.4	69	3.9	0	6	1010.7
4	28.3	34.8	23	70	4.1	0	7.3	1010.4
5	28.6	35	22.8	68	3.7	0	5.9	1009
6	27.5	33.4	23	69	3.9	0	1.1	1009.8
7	27.9	35	22.8	68	3.9	0	7.7	1010
8	28.1	33.4	22.2	71	3.4	0	3.5	1009
9	28.4	32	24	68	3.4	0	0.4	1010.6
10	28.1	34	23.8	69	3.5	0	3.4	1010.1
11	27.7	34.2	22	70	4.2	0	9.4	1009.1
12	28.4	34.8	24.2	70	3.9	1.9	5.2	1009.6
13	26	28.2	22	89	1.8	3.7	0	1010.1
14	27.6	34.4	22.2	70	3	0	8.6	1010.6
15	27.6	33.4	23	74	3.3	0.2	5	1010.1
16	27.6	34.2	23.4	77	3.5	0	6	1010.6
17	27.7	35.2	23.8	73	3.4	0	4	1011.2
18	27.7	34.8	24	75	3.4	0	5.9	1010.6
19	28.6	34.2	23.4	71	3.4	0.4	4	1010.4
20	28.8	34.8	23	68	3.5	0	7.9	1010.2
21	29.1	35.6	23.8	68	3.8	0	7.4	1009.3
22	29.2	34.5	24.8	68	3.3	2	6.1	1009.8
23	29.2	36	23.6	71	3.8	0	9.5	1009.2
24	28.9	36	23.4	71	3.8	0.1	7	1009.1
25	29.3	36	24.8	71	3.4	0	8.2	1010.1
26	29.5	35.4	24.8	72	3.3	0.1	2.3	1009.7
27	29.1	35	24.2	71	3.5	0	6.9	1009
28	28.1	34.1	22.8	68	3.6	0	6.6	1008.8
29	27.5	33.2	22.2	65	3.6	0.8	4.3	1008.7
30	28.9	34.6	23.4	62	3.7	4.7	4.4	1010.2
31	27.2	33	22.8	79	3.1	11.5	4.5	1010.8
TOTAL	875.6	1060.2	726	2193	108.4	25.4	164.2	31308
PROM	28.20	34.20	23.42	70.74	3.50	0.82	5.30	1009.94

Anexo 13: Datos meteorológicos Abril 2010, de la Estación Meteorológica
Agrícola Principal – Miraflores – UNP.

DIA	Tº MEDIA	Tº MAX	Tº MIN	HR %	EVAPOR. mm	PREC.	HORAS SOL	P A mb
1	27.1	32.6	23	83	2.5	0	5.2	1011
2	27.7	34.4	21.8	73	4.1	0	9.7	1009.8
3	27.7	33	21.8	72	3.4	0	0	1009.2
4	28.6	33	23.8	69	3.3	1.4	4.3	1009.6
5	25.9	28.8	21.8	89	2.5	4.7	0	1011.6
6	26.3	32.2	21.8	78	3.3	0	4.3	1010.3
7	27.5	33.2	22	68	3.8	0	7.6	1009.3
8	27.6	34	22.6	67	3.6	0	8.3	1009.6
9	26.8	31.8	21.8	70	3.5	0	4.1	1010.4
10	27.8	33.2	22.2	69	3.9	0	8.6	1010.9
11	27.7	33.8	22.8	68	3.9	0	8.7	1010.9
12	27.5	33.6	21.8	72	3.8	0	7.7	1009.4
13	29.1	36.2	23.8	73	4.3	0	9.5	1009.9
14	29.1	36.4	22.8	65	3.9	0	9.3	1010
15	28.5	33.2	24	69	3.8	0	5.3	1010.9
16	27.2	33	21.8	74	4.2	0	7.8	1009.8
17	26.2	32.8	21.8	77	3.4	0	4.8	1011.2
18	26.1	32.4	20.6	73	3.9	0	7.2	1012.3
19	27.2	33.2	21	71	3.5	0	5.9	1012.1
20	26.3	31.8	21.8	76	3.7	0	7.2	1012
21	26.3	31.8	20.8	72	4.1	0	6.5	1010.4
22	25.7	31.4	20.8	76	4	0	8.9	1008.9
23	26.3	33.2	21.6	72	3.5	0	8.5	1010.1
24	25.6	31.8	19.8	76	3.4	0	10	1010.9
25	26.3	31.6	21.8	75	3.3	0	5	1011.6
26	26.2	32.2	21.4	70	3.4	0	7.4	1010.3
27	23.6	26.4	21.8	88	2.5	0	0	1012.7
28	26.3	33.2	20.8	75	3.1	0	5.8	1012.8
29	26.4	32	22	75	3.4	1	6.8	1012.4
30	26.9	32.8	21.2	76	3.1	0	6.7	1011.8
TOTAL	807.5	979	656.8	2211	106.1	7.1	191.1	30322.1
PROM	26.90	32.63	21.89	73.70	3.54	0.24	6.37	1010.74

Anexo 14: Datos meteorológicos Mayo 2010, de la Estación Meteorológica
Agrícola Principal – Miraflores – UNP.

DIA	Tº MEDIA	Tº MAX	Tº MIN	HR %	EVAPOR. mm	PREC.	HORAS SOL	P A mb
1	25.1	27.6	22.6	84	2.9	0	0	1011.8
2	25.9	30.4	21.2	74	3.2	0	4.7	1012.7
3	25.5	30.4	20.6	79	3.5	0	7.6	1012.4
4	25.5	33	20.2	76	3.1	0	7.7	1012
5	25.3	30.2	21.2	80	3.3	0	9.6	1011.2
6	25.7	31	21	80	3.1	0	10.4	1010.7
7	25.3	30.8	20	78	3.2	0	8.8	1010.9
8	25.7	32.4	20.2	74	2.9	0	8.8	1010.6
9	24.9	32.6	19.4	75	3.2	0	5.6	1010.7
10	24.5	30.2	21	82	2.8	0	3.7	1010.5
11	26.5	32.8	20	75	3.9	0	10.1	1009.3
12	26.7	33.6	20.2	76	4.2	0	10.7	1007.8
13	26.6	31.6	21.6	81	3.3	0	8.9	1009.5
14	25.3	31	20.2	81	3.8	0	8.7	1010.5
15	25.1	31	19.4	74	3.7	0	8.5	1011.3
16	23.7	30	17.8	79	3.8	0	10	1010.9
17	23.6	29.4	19.2	80	3.4	0	6.1	1011.4
18	24.4	30.6	19	78	3.9	0	8.8	1010.9
19	24.5	30.8	19.2	75	3.4	2	7.5	1010.7
20	24.6	31	19.2	84	2.9	2	8.7	1011.5
21	24.7	29.4	19.8	85	2.8	0	4.7	1011.8
22	24.1	29.4	20.2	80	3.7	0	9.2	1011.1
23	23.4	28.6	18.8	80	3.4	0	7.1	1011.1
24	23.1	29	18.8	77	3.6	0	9.5	1010.9
25	23.1	29	17.8	78	3.4	0	2.9	1011.7
26	23.7	32.2	16.8	76	3.3	0	5.3	1012.2
27	23.3	27.6	18.8	83	3.1	0	3.5	1013
28	23.7	28.4	19	78	2.8	0	4.6	1013.9
29	22.9	28	17.8	78	2.7	0	3.3	1014.4
30	23.7	30.8	18.8	78	3.2	0	9.8	1014.6
31	23.4	29.8	18	74	3.3	0	7	1015
TOTAL	763.5	942.6	607.8	2432	102.8	4	221.8	31357
PROM	24.63	30.41	19.61	78.45	3.32	0.13	7.15	1011.52

Anexo 15: Datos meteorológicos Junio 2010, de la Estación Meteorológica
Agrícola Principal – Miraflores – UNP.

DIA	Tº MEDIA	Tº MAX	Tº MIN	HR %	EVAPOR. mm	PREC.	HORAS SOL	P A mb
1	22.3	28.8	17.6	77	3.5	0	9.1	1014.3
2	23	27.8	18.6	71	3.5	0	8.2	1014.2
3	22.7	27.8	18.4	73	3.3	0	6.4	1013.6
4	22.2	29.2	15.6	75	3.4	0	8.5	1013.5
5	23.1	28.2	18	76	3.2	0	9.3	1012.8
6	22.6	28.6	17.2	77	3.1	0	4.2	1012.8
7	23.4	29.4	18.2	76	3.3	0	9.5	1012.8
8	22.9	30.2	17.4	81	3.5	0	10	1013.5
9	24.1	28.2	20.4	81	3.1	0	1.5	1014.9
10	24.2	30.2	19.8	76	3.6	0	8.8	1013.7
11	23.4	28.2	20.2	82	2.9	0	8	1012.8
12	24.1	29.8	19.8	73	2.9	0	8.6	1013.4
13	23.4	29	18.4	77	3.3	0	8	1013
14	23.2	27.6	19.2	78	2.7	0	5.3	1013.8
15	23.3	30.2	18.2	73	3.3	0	10.3	1012.8
16	22.6	28.2	18	79	3.6	0	10.2	1012.7
17	22.7	29.2	17.6	80	3.2	0	7.6	1013.1
18	23	30	17.8	77	2.9	0	4.8	1013
19	22.1	26.4	18.6	84	2.4	0	0.4	1013.5
20	22.3	27.4	17.2	81	3	0	4.9	1013.2
21	22.9	28	18.8	76	3.2	0	6.1	1013.3
22	23.1	30.6	17.8	77	3	0	8.9	1012.7
23	23.1	27.8	19.2	81	3	0	5.8	1013.7
24	23.2	29	18	77	3.6	0	7.1	1011.8
25	22.9	30.2	18.2	76	3	0	10	1011
26	21.8	27.6	18.2	81	2.7	0	4.8	1013.3
27	21.7	28	17	77	3.1	0	10	1012.7
28	21.1	27.8	15.2	80	3.1	0	10	1012.7
29	21.7	27.6	17	81	3.1	0	9.2	1013.4
30	22.7	28.2	17	76	3.2	0	7.6	1013.4
TOTAL	685	859.2	542.8	2330	94.7	0	223.1	30395.4
PROM	22.80	28.60	18.10	78.00	3.20	0.00	7.40	1013.20

Anexo 16: Datos meteorológicos Julio 2010, de la Estación Meteorológica
Agrícola Principal – Miraflores – UNP.

DIA	Tº MEDIA	Tº MAX	Tº MIN	HR %	EVAPOR. mm	PREC.	HORAS SOL	P A mb
1	22.6	28.8	18.4	82	3	0	8.6	1013.1
2	21.7	27.4	18.6	87	2.4	0	6	1012.6
3	23.1	28.2	18.6	80	2.8	0	7.2	1013.4
4	21.1	26.2	17.6	85	2.7	0	4.1	1015.7
5	22.1	28.6	17.4	77	2.7	0	10.3	1014.6
6	21.9	30	17.2	77	2.7	0	9.1	1014.7
7	20.3	25.4	17	80	2.8	0	4.5	1013.3
8	26	26	16.2	79	3.1	0	3.5	1012.4
9	22.3	27.4	17.6	73	3.9	0	6.7	1012.2
10	22.7	27.6	17	74	2.9	0	4.9	1012.7
11	22	29	17	75	2.9	0	5.6	1011.8
12	21.5	28.4	15.4	76	2.9	0	7.9	1011.5
13	22.3	29.2	15.8	72	3	0	4.5	1011.9
14	23.8	30	17.8	69	3.2	0	7.3	1012.4
15	21.2	27	17.2	76	3.2	0	8.2	1013.8
16	20.3	25.2	15.6	77	2.5	0	2.1	1014.6
17	20.9	28	16.6	78	2.7	0	5.4	1014.6
18	20.5	28	13.8	74	3	0	9.5	1014.5
19	21	27	15.4	76	3.5	0	8.2	1014.3
20	21.1	27.2	17	77	3.2	0	6.8	1014.8
21	19.9	26.6	16	78	3.1	0	5.6	1014.4
22	20.4	26.2	15.6	73	2.9	0	7.7	1014.2
23	20.1	28	13.8	71	3.5	0	10.3	1013.7
24	20.4	26	15.4	78	3	0	6.9	1014.7
25	21.1	27	16.2	74	2.7	0	7.9	1013
26	21.1	27.4	16	72	3.4	0	8.4	1012.7
27	21.5	27	16.6	76	3.6	0	7.5	1013.1
28	22.9	29.2	17.2	69	3.1	0	4.2	1012.3
29	22.4	30.2	16.8	72	3.3	0	5.7	1013.1
30	21.1	26.8	16.2	76	3.3	0	9	1012.7
31	20.4	26.6	1.62	78	3.7	0	7.9	1012.1
TOTAL	852.4	855.6	498.62	2361	94.7	0	211.5	31414.9
PROM	27.50	27.60	16.08	76.16	3.05	0.00	6.82	1013.38

Anexo 17: Datos meteorológicos Agosto 2010, de la Estación Meteorológica
Agrícola Principal – Miraflores – UNP.

DIA	Tº MEDIA	Tº MAX	Tº MIN	HR %	EVAPOR. mm	PREC.	HORAS SOL	P A mb
1	20.5	27.4	15.6	76	3.3	0	6	1011.6
2	20.2	26.4	16	79	2.8	0	6.6	1011.7
3	20.5	27	15	78	2.7	0	4.7	1011.7
4	21.5	27.6	16	73	3.1	0	8.9	1011.7
5	21.3	27	16.2	77	2.7	0	8.5	1012.5
6	19.9	25.2	16	82	2.2	0	5.3	1013.2
7	21.5	27.2	16.4	74	2.4	0	8.7	1013
8	20.9	27.6	16	76	2.8	0	9.2	1013.1
9	21.9	29.2	14	74	3	0	9.3	1013.3
10	22.6	29	17	70	3.1	0	8.2	1013.4
11	21.3	27.8	17.2	80	3	0	9.2	1012.4
12	22.3	28.6	16.8	75	2.9	0	5.8	1013.3
13	22.3	28.4	17	76	3	0	9.5	1013.3
14	22.4	30	17	74	3	0	9.4	1012.6
15	21.5	27	17	82	2.5	0	4	1014.8
16	20.8	26.8	16.2	78	2.9	0	6.9	1013.9
17	21.9	28.2	17.4	71	2.9	0	8.4	1014.5
18	21.1	27.4	16.6	75	2.8	0	7.6	1014
19	20.5	27	16.8	82	2.5	0	7.3	1013.8
20	20.9	27	16.8	79	2.8	0	7	1013
21	22.1	28.6	17	77	3.4	0	9.7	1012.3
22	21.9	26.4	17.6	80	2.9	0	7.9	1012.8
23	21.4	28.2	16.6	78	2.9	0	7	1012.8
24	20.7	27.2	16	80	3.1	0	7	1013.4
25	20.9	28.2	15.6	76	3.7	0	8.8	1013.5
26	20.4	27.2	16	80	2.8	0	5.6	1013.7
27	21.9	28.2	17.2	80	3.3	0	7.9	1013.1
28	20.5	27.6	16.8	85	2.8	0	3.7	1012.5
29	20.9	27.8	16.2	82	3.1	0	9.6	1011.4
30	20.6	25.6	16.8	84	3	0	7.6	1012.6
31	21.2	28	16	81	3.1	0	7.4	1012.9
TOTAL	658.3	854.8	508.8	2414	90.5	0	232.7	31401.8
PROM	21.24	27.57	16.41	77.87	2.92	0.00	7.51	1012.96

Anexo 18: Datos meteorológicos Setiembre 2010, de la Estación Meteorológica
Agrícola Principal – Miraflores – UNP.

DIA	Tº MEDIA	Tº MAX	Tº MIN	HR %	EVAPOR. mm	PREC.	HORAS SOL	P A mb
1	28.2	32	25	70	3.1	0	2.8	1010.9
2	28.3	33.6	24.4	68	3.2	0	2.9	1010.3
3	28.5	35.4	23.4	69	3.9	0	6	1010.7
4	28.3	34.8	23	70	4.1	0	7.3	1010.4
5	28.6	35	22.8	68	3.7	0	5.9	1009
6	27.5	33.4	23	69	3.9	0	1.1	1009.8
7	27.9	35	22.8	68	3.9	0	7.7	1010
8	28.1	33.4	22.2	71	3.4	0	3.5	1009
9	28.4	32	24	68	3.4	0	0.4	1010.6
10	28.1	34	23.8	69	3.5	0	3.4	1010.1
11	27.7	34.2	22	70	4.2	0	9.4	1009.1
12	28.4	34.8	24.2	70	3.9	1.9	5.2	1009.6
13	26	28.2	22	89	1.8	3.7	0	1010.1
14	27.6	34.4	22.2	70	3	0	8.6	1010.6
15	27.6	33.4	23	74	3.3	0.2	5	1010.1
16	27.6	34.2	23.4	77	3.5	0	6	1010.6
17	27.7	35.2	23.8	73	3.4	0	4	1011.2
18	27.7	34.8	24	75	3.4	0	5.9	1010.6
19	28.6	34.2	23.4	71	3.4	0.4	4	1010.4
20	28.8	34.8	23	68	3.5	0	7.9	1010.2
21	29.1	35.6	23.8	68	3.8	0	7.4	1009.3
22	29.2	34.5	24.8	68	3.3	2	6.1	1009.8
23	29.2	36	23.6	71	3.8	0	9.5	1009.2
24	28.9	36	23.4	71	3.8	0.1	7	1009.1
25	29.3	36	24.8	71	3.4	0	8.2	1010.1
26	29.5	35.4	24.8	72	3.3	0.1	2.3	1009.7
27	29.1	35	24.2	71	3.5	0	6.9	1009
28	28.1	34.1	22.8	68	3.6	0	6.6	1008.8
29	27.5	33.2	22.2	65	3.6	0.8	4.3	1008.7
30	28.9	34.6	23.4	62	3.7	4.7	4.4	1010.2
TOTAL	875.6	1027.2	703.2	2114	105.3	13.9	159.7	30297.2
PROM	28.20	34.24	23.44	70.47	3.51	0.46	5.32	1009.91

Anexo 19: Datos meteorológicos Octubre 2010, de la Estación Meteorológica
Agrícola Principal – Miraflores – UNP.

DIA	Tº MEDI A	Tº MAX	Tº MIN	HR %	EVAPOR . mm	PREC.	HORA S SOL	P A mb
1	21.4	27.6	16.2	75	3.4	0	8.6	1014.1
2	20.7	27	16	82	3.3	0	10	1013.3
3	20.6	27	16.2	82	2.9	0	5.5	1013.4
4	21.1	28.2	16.2	82	2.8	0	7.3	1013
5	20.7	27.2	16	83	2.9	0	7.4	1013.9
6	20.7	28	16.6	81	3	0	7.2	1013.4
7	20.7	27.2	16.2	80	2.8	0	7.1	1012.7
8	21	28.2	14.2	74	2.9	0	8.8	1013.8
9	20.6	28.4	15.8	73	3.3	0	9.5	1013.6
10	21.6	29.2	15	70	3.1	0	10.7	1012
11	21.4	30	14.8	71	3.8	0	10.3	1011.4
12	22.3	30.2	15.2	70	4	0	10.6	1011.2
13	22.3	29.2	16.4	73	4.2	0	9.5	1011.3
14	21.7	28.2	17.2	82	3.5	0	8	1012.2
15	22.1	30	16	77	3.8	0	10.3	1012.7
16	21.4	28.2	16.4	76	3.7	0	6.3	1013.3
17	22.3	30	16	74	4	0	9.1	1014.2
18	22.1	29.8	16.8	76	4.4	0	9.9	1013.6
19	22	27	17	78	3.2	1.2	0.8	1015
20	18.8	21.8	16.8	96	1.8	0	0	1015.3
21	21.1	28.2	17	87	2.9	0	6.3	1014.1
22	21.8	28	16.8	83	3	0	6.7	1013.2
23	21.8	28	17.8	83	3.2	0	6.3	1013.8
24	21.3	26.8	17.8	82	3	0	4.5	1013.6
25	21.3	28.2	15.8	79	2.9	0	6.8	1012.8
26	21.3	28.4	17.4	82	3	0	7.5	1012.3
27	20.5	26.2	17.2	84	3.3	0	6.1	1013
28	21.5	28	17	78	3.4	0	8	1013
29	20.5	27.8	15.4	83	2.9	0	6	1013.5
30	20.4	27.4	15.6	83	3	0	6.1	1013.1
31	21.4	28.8	17.2	79	3.5	0	7.5	1013.9
TOTAL	658.4	868.2	506	2458	100.9	1.2	228.7	31409.7
PROM	21.24	54.30	16.30	79.30	3.30	0.04	7.40	1013.20

Anexo 20: Evapotranspiración máxima diaria y total del Cultivo de Algodón, en Lisímetros.

Fecha	dds	Eo	EVAPOTRANSPIRACION MAXIMA (Em)							Kc		
			L1	L2	L3	L4	PROMEDIO			UNP-1	FUNDEAL-6	prom
			UNP-1	FUNDEAL-6	UNP-1	FUNDEAL-6	UNP-1	FUNDEAL-6	Algodón			
03/03/2010	1	5,13	1,5	3	2	2,5	1,75	2,75	2,25	0,34	0,54	0,44
04/03/2010	2	5,25	3,5	4,5	4	4,5	3,75	4,50	4,13	0,71	0,86	0,79
05/03/2010	3	4,84	1,5	3	3,5	2	2,50	2,50	2,50	0,52	0,52	0,52
06/03/2010	4	4,71	1,5	3	2	1,5	1,75	2,25	2,00	0,37	0,48	0,42
07/03/2010	5	5,33	3	5,5	4	2,5	3,50	4,00	3,75	0,66	0,75	0,70
08/03/2010	6	4,59	1,5	2,5	2	1,5	1,75	2,00	1,88	0,38	0,44	0,41
09/03/2010	7	3,88	3	4	3	3	3,00	3,50	3,25	0,77	0,90	0,84
10/03/2010	8	4,97	2	3	2	1	2,00	2,00	2,00	0,40	0,40	0,40
11/03/2010	9	5,01	2	3	2	1,5	2,00	2,25	2,13	0,40	0,45	0,42
12/03/2010	10	4,68	2	2,5	2	2	2,00	2,25	2,13	0,43	0,48	0,45
13/03/2010	11	2,82	1,5	2	2	1	1,75	1,50	1,63	0,62	0,53	0,58
14/03/2010	12	5,05	2	2,5	1,5	2	1,75	2,25	2,00	0,35	0,45	0,40
15/03/2010	13	4,87	2,5	3	2	2	2,25	2,50	2,38	0,46	0,51	0,49
16/03/2010	14	4,82	3,5	2,6	3	1	3,25	1,80	2,53	0,67	0,37	0,52
17/03/2010	15	5,06	2	3	2,25	0,8	2,13	1,90	2,01	0,42	0,38	0,40
18/03/2010	16	4,73	2,8	3,5	2,65	1	2,73	2,25	2,49	0,58	0,48	0,53
19/03/2010	17	4,66	1,68	2	1,8	0,8	1,74	1,40	1,57	0,37	0,30	0,34
20/03/2010	18	4,82	2,6	2,5	2,65	0,9	2,63	1,70	2,16	0,54	0,35	0,45
21/03/2010	19	5,64	3,05	2,75	3,1	1,2	3,08	1,98	2,53	0,54	0,35	0,45
22/03/2010	20	4,54	3,5	3	3,5	1	3,50	2,00	2,75	0,77	0,44	0,61
23/03/2010	21	5,28	3,2	2,8	2,5	0,5	2,85	1,65	2,25	0,54	0,31	0,43
24/03/2010	22	6,41	2,6	3	2,8	1	2,70	2,00	2,35	0,42	0,31	0,37
25/03/2010	23	5,69	2,4	2,8	2,6	1	2,50	1,90	2,20	0,44	0,33	0,39
26/03/2010	24	4,78	2,5	2,5	2,5	2	2,50	2,25	2,38	0,52	0,47	0,50
27/03/2010	25	5,04	3	3,5	3,5	2	3,25	2,75	3,00	0,64	0,55	0,60
28/03/2010	26	4,72	3	3	2,5	2	2,75	2,50	2,63	0,58	0,53	0,56
29/03/2010	27	5,15	2	2,5	2	2	2,00	2,25	2,13	0,39	0,44	0,41
30/03/2010	28	5,48	3	3,5	3	2	3,00	2,75	2,88	0,55	0,50	0,52
31/03/2010	29	4,69	1	1	1	1	1,00	1,00	1,00	0,21	0,21	0,21
01/04/2010	30	4,34	1,25	1,36	1,2	1	1,23	1,18	1,20	0,28	0,27	0,28
02/04/2010	31	5,32	2	2,5	3	1	2,50	1,75	2,13	0,47	0,33	0,40
03/04/2010	32	4,83	2,5	3	2	1	2,25	2,00	2,13	0,47	0,41	0,44
04/04/2010	33	4,57	1	1	1	1	1,00	1,00	1,00	0,22	0,22	0,22
05/04/2010	34	3,24	1,5	2	2	1	1,75	1,50	1,63	0,54	0,46	0,50
06/04/2010	35	4,68	2,5	2	2	1	2,25	1,50	1,88	0,48	0,32	0,40
07/04/2010	36	4,92	3	3	3	1,3	3,00	2,15	2,58	0,61	0,44	0,52
08/04/2010	37	5,05	2,5	3	3	2,5	2,75	2,75	2,75	0,54	0,54	0,54
09/04/2010	38	4,98	1,5	3	3	1	2,25	2,00	2,13	0,45	0,40	0,43
10/04/2010	39	5,62	3	2,8	2,65	1,25	2,83	2,03	2,43	0,50	0,36	0,43
11/04/2010	40	5,51	2	2,5	2,6	1	2,30	1,75	2,03	0,42	0,32	0,37
12/04/2010	41	5,02	2	2,5	2,5	1,4	2,25	1,95	2,10	0,45	0,39	0,42
13/04/2010	42	5,41	3	2	2,5	1,2	2,75	1,60	2,18	0,51	0,30	0,40
14/04/2010	43	5,48	3	3	2,5	1	2,75	2,00	2,38	0,50	0,37	0,43
15/04/2010	44	4,80	2,5	2,5	3	1,2	2,75	1,85	2,30	0,57	0,39	0,48

Fecha	dds	Eo	EVAPOTRANSPIRACION MAXIMA (Em)							Kc		
			L1	L2	L3	L4	PROMEDIO					
			UNP-1	FUNDEAL-6	UNP-1	FUNDEAL-6	UNP-1	FUNDEAL-6	Algodón	UNP-1	FUNDEAL-6	prom
16/04/2010	45	5,09	1,5	2	2,3	1	1,90	1,50	1,70	0,37	0,29	0,33
17/04/2010	46	4,90	1,84	2	2,2	1	2,02	1,50	1,76	0,41	0,31	0,36
18/04/2010	47	5,07	3	3,5	2,5	1	2,75	2,25	2,50	0,54	0,44	0,49
19/04/2010	48	4,98	3,2	2,8	2,95	1	3,08	1,90	2,49	0,62	0,38	0,50
20/04/2010	49	4,72	3	3	3,5	1	3,25	2,00	2,63	0,69	0,42	0,56
21/04/2010	50	5,18	2,5	3	2,5	0,8	2,50	1,90	2,20	0,48	0,37	0,42
22/04/2010	51	4,81	2,5	2	2,3	0,85	2,40	1,43	1,91	0,50	0,30	0,40
23/04/2010	52	5,14	2	2	2,3	0,8	2,15	1,40	1,78	0,42	0,27	0,35
24/04/2010	53	4,75	2	2	2,5	1	2,25	1,50	1,88	0,47	0,32	0,39
25/04/2010	54	4,54	3	4	2,5	1	2,75	2,50	2,63	0,61	0,55	0,58
26/04/2010	55	4,97	4	4,5	4	1	4,00	2,75	3,38	0,80	0,55	0,68
27/04/2010	56	2,14	2	2,5	2,6	2,5	2,30	2,50	2,40	1,07	1,17	1,12
28/04/2010	57	5,07	2,8	3,1	2,7	1,4	2,75	2,25	2,50	0,54	0,44	0,49
29/04/2010	58	4,83	2	1,5	2	1,5	2,00	1,50	1,75	0,41	0,31	0,36
30/04/2010	59	4,77	2,7	3,5	2,4	0,8	2,55	2,15	2,35	0,53	0,45	0,49
01/05/2010	60	2,38	2	2,5	2,9	1,6	2,45	2,05	2,25	1,03	0,86	0,95
02/05/2010	61	4,25	3,2	3,1	3,2	3,5	3,20	3,30	3,25	0,75	0,78	0,77
03/05/2010	62	4,30	2	1,9	1,85	2,3	1,93	2,10	2,01	0,45	0,49	0,47
04/05/2010	63	4,91	3,3	3	3,5	4	3,40	3,50	3,45	0,69	0,71	0,70
05/05/2010	64	4,34	3	2,5	2,8	4	2,90	3,25	3,08	0,67	0,75	0,71
06/05/2010	65	4,65	3,4	4	3,5	3	3,45	3,50	3,48	0,74	0,75	0,75
07/05/2010	66	4,47	3	2,5	3,5	3,2	3,25	2,85	3,05	0,73	0,64	0,68
08/05/2010	67	5,05	3	2,8	2,95	3	2,98	2,90	2,94	0,59	0,57	0,58
09/05/2010	68	4,67	3,3	3,4	3,1	3,5	3,20	3,45	3,33	0,69	0,74	0,71
10/05/2010	69	4,01	3	3,2	2,8	3	2,90	3,10	3,00	0,72	0,77	0,75
11/05/2010	70	5,11	3,7	2,6	3,48	4	3,59	3,30	3,45	0,70	0,65	0,67
12/05/2010	71	5,02	3,3	2,8	3,2	3	3,25	2,90	3,08	0,65	0,58	0,61
13/05/2010	72	4,57	2,6	3	3,2	3,5	2,90	3,25	3,08	0,64	0,71	0,67
14/05/2010	73	4,58	1,3	3,5	3	3,2	2,15	3,35	2,75	0,47	0,73	0,60
15/05/2010	74	4,99	1,6	3,3	3,1	3,4	2,35	3,35	2,85	0,47	0,67	0,57
16/05/2010	75	4,55	1,9	3,5	2,9	3,5	2,40	3,50	2,95	0,53	0,77	0,65
17/05/2010	76	4,24	2	3,7	3,3	3,2	2,65	3,45	3,05	0,62	0,81	0,72
18/05/2010	77	4,75	2,1	3,4	3,9	3,2	3,00	3,30	3,15	0,63	0,69	0,66
19/05/2010	78	4,50	1,8	4,5	3,9	4,3	2,85	4,40	3,63	0,63	0,98	0,80
20/05/2010	79	4,42	2	3,5	3,8	3,8	2,90	3,65	3,28	0,66	0,83	0,74
21/05/2010	80	3,94	2,3	3,9	3,5	3	2,90	3,45	3,18	0,74	0,87	0,80
22/05/2010	81	4,25	2,6	3,4	3,8	3,6	3,20	3,50	3,35	0,75	0,82	0,79
23/05/2010	82	4,03	2,4	3,2	3,3	3,1	2,85	3,15	3,00	0,71	0,78	0,74
24/05/2010	83	4,29	2	3,1	2,9	3,5	2,45	3,30	2,88	0,57	0,77	0,67
25/05/2010	84	4,49	2,3	2,65	3,4	4,2	2,85	3,43	3,14	0,63	0,76	0,70
26/05/2010	85	4,53	2	4,45	3,6	3,8	2,80	4,13	3,46	0,62	0,91	0,77
27/05/2010	86	3,63	2,5	3,5	3,4	3,6	2,95	3,55	3,25	0,81	0,98	0,89
28/05/2010	87	3,98	2,8	3,6	3,7	4,6	3,25	4,10	3,68	0,82	1,03	0,92
29/05/2010	88	4,13	3,1	3,9	4	4,2	3,55	4,05	3,80	0,86	0,98	0,92
30/05/2010	89	4,61	4,2	4,7	4,5	3,8	4,35	4,25	4,30	0,94	0,92	0,93
31/05/2010	90	4,63	4,5	4,9	4,7	3,8	4,60	4,35	4,48	0,99	0,94	0,97

Fecha	dds	Eo	EVAPOTRANSPIRACION MAXIMA (Em)							Kc		
			L1	L2	L3	L4	PROMEDIO			UNP-1	FUNDEAL-6	prom
			UNP-1	FUNDEAL-6	UNP-1	FUNDEAL-6	UNP-1	FUNDEAL-6	Algodón			
01/06/2010	91	4,45	5,2	4,95	4,75	4,5	4,98	4,73	4,85	1,12	1,06	1,09
02/06/2010	92	4,12	5,4	5,35	5,1	5,45	5,25	5,40	5,33	1,28	1,31	1,29
03/06/2010	93	4,07	5,2	5,2	5	5,25	5,10	5,23	5,16	1,25	1,28	1,27
04/06/2010	94	4,43	7,2	5,7	5,2	5,45	6,20	5,58	5,89	1,40	1,26	1,33
05/06/2010	95	3,94	4,7	5,2	5,45	6,1	5,08	5,65	5,36	1,29	1,44	1,36
06/06/2010	96	4,25	5,6	5,7	5,45	6,9	5,53	6,30	5,91	1,30	1,48	1,39
07/06/2010	97	4,55	7	6,1	6	8	6,50	7,05	6,78	1,43	1,55	1,49
08/06/2010	98	4,45	6,7	5,4	6	6,3	6,35	5,85	6,10	1,43	1,31	1,37
09/06/2010	99	3,42	6,8	6,4	6,2	6,9	6,50	6,65	6,58	1,90	1,95	1,93
10/06/2010	100	4,59	7	6,5	6,6	7	6,80	6,75	6,78	1,48	1,47	1,48
11/06/2010	101	3,89	6,8	5,6	5,9	6,5	6,35	6,05	6,20	1,63	1,55	1,59
12/06/2010	102	4,29	5,9	5,3	5,6	6	5,75	5,65	5,70	1,34	1,32	1,33
13/06/2010	103	4,16	5,3	5,29	5,33	5,7	5,32	5,50	5,41	1,28	1,32	1,30
14/06/2010	104	3,63	5	5,8	5	5,1	5,00	5,45	5,23	1,38	1,50	1,44
15/06/2010	105	4,56	6,3	5,3	5,9	4,8	6,10	5,05	5,58	1,34	1,11	1,22
16/06/2010	106	4,17	6,9	6,6	6,5	6,1	6,70	6,35	6,53	1,61	1,52	1,57
17/06/2010	107	4,44	5,3	6,5	6,3	6,3	5,80	6,40	6,10	1,30	1,44	1,37
18/06/2010	108	4,14	6,5	6,3	6,5	6,4	6,50	6,35	6,43	1,57	1,53	1,55
19/06/2010	109	3,10	5,7	6,1	6,4	6,3	6,05	6,20	6,13	1,95	2,00	1,98
20/06/2010	110	3,69	5,2	5,5	6,9	6,1	6,05	5,80	5,93	1,64	1,57	1,61
21/06/2010	111	3,84	6	6,1	6,2	6,4	6,10	6,25	6,18	1,59	1,63	1,61
22/06/2010	112	4,47	5,8	6,1	5	5,5	5,40	5,80	5,60	1,21	1,30	1,25
23/06/2010	113	3,50	6,7	6,9	7	6,9	6,85	6,90	6,88	1,96	1,97	1,96
24/06/2010	114	4,08	6,5	6,4	6,3	6,5	6,40	6,45	6,43	1,57	1,58	1,57
25/06/2010	115	4,41	6,3	6,6	6,9	6,7	6,60	6,65	6,63	1,50	1,51	1,50
26/06/2010	116	3,77	6,5	6,4	6	6,5	6,25	6,45	6,35	1,66	1,71	1,68
27/06/2010	117	3,95	7	7,4	7,3	6,8	7,15	7,10	7,13	1,81	1,80	1,80
28/06/2010	118	4,26	7,2	7,5	7,6	7,3	7,40	7,40	7,40	1,74	1,74	1,74
29/06/2010	119	3,75	7,6	7,4	7,7	7,5	7,65	7,45	7,55	2,04	1,98	2,01
30/06/2010	120	3,98	7,2	6,9	7	6,8	7,10	6,85	6,98	1,78	1,72	1,75
01/07/2010	121	3,55	6,5	7	6,7	7,1	6,60	7,05	6,83	1,86	1,98	1,92
02/07/2010	122	3,21	6,8	6,7	6,5	6,4	6,65	6,55	6,60	2,07	2,04	2,05
03/07/2010	123	3,71	6,4	6,1	6,4	6,5	6,40	6,30	6,35	1,72	1,70	1,71
04/07/2010	124	3,08	6,3	6,5	6,6	6,4	6,45	6,45	6,45	2,09	2,09	2,09
05/07/2010	125	4,21	6,6	6,8	6,5	6,7	6,55	6,75	6,65	1,56	1,60	1,58
06/07/2010	126	4,64	6,5	6	6,2	6,4	6,35	6,20	6,28	1,37	1,34	1,35
07/07/2010	127	3,20	5,9	6,2	6,7	6	6,30	6,10	6,20	1,97	1,91	1,94
08/07/2010	128	3,43	5,4	4,9	5	5	5,20	4,95	5,08	1,52	1,44	1,48
09/07/2010	129	4,09	5,7	5,5	5,2	5,1	5,45	5,30	5,38	1,33	1,29	1,31
10/07/2010	130	3,87	5	5,7	5,4	5,6	5,20	5,65	5,43	1,34	1,46	1,40
11/07/2010	131	4,10	5,7	5,75	5,8	6,2	5,75	5,98	5,86	1,40	1,46	1,43
12/07/2010	132	4,14	5,4	5,6	5,5	6,1	5,45	5,85	5,65	1,32	1,41	1,37
13/07/2010	133	4,20	6,1	5,9	6,3	6,6	6,20	6,25	6,23	1,48	1,49	1,48
14/07/2010	134	4,29	5,8	6,3	6	6,1	5,90	6,20	6,05	1,38	1,45	1,41
15/07/2010	135	3,96	5,5	6,4	5,4	6	5,45	6,20	5,83	1,38	1,57	1,47

Fecha	dds	Eo	EVAPOTRANSPIRACION MAXIMA (Em)							Kc		
			L1	L2	L3	L4	PROMEDIO			UNP-1	FUNDEAL-6	prom
			UNP-1	FUNDEAL-6	UNP-1	FUNDEAL-6	UNP-1	FUNDEAL-6	Algodón			
16/07/2010	136	3,33	3,5	3,2	3,7	4,2	3,60	3,70	3,65	1,08	1,11	1,10
17/07/2010	137	3,77	4,4	4,3	5,5	4,2	4,95	4,25	4,60	1,31	1,13	1,22
18/07/2010	138	4,21	5	4,7	6	5	5,50	4,85	5,18	1,31	1,15	1,23
19/07/2010	139	3,85	4,3	5,7	6,4	6,5	5,35	6,10	5,73	1,39	1,58	1,49
20/07/2010	140	3,81	5,9	6,1	5,6	5,2	5,75	5,65	5,70	1,51	1,48	1,50
21/07/2010	141	3,96	5,3	5,4	5,6	6	5,45	5,70	5,58	1,38	1,44	1,41
22/07/2010	142	4,16	5,6	5,2	5,7	6,1	5,65	5,65	5,65	1,36	1,36	1,36
23/07/2010	143	4,45	6,6	6,5	5,3	6,3	5,95	6,40	6,18	1,34	1,44	1,39
24/07/2010	144	3,64	6,3	6,7	5,1	6,4	5,70	6,55	6,13	1,57	1,80	1,68
25/07/2010	145	3,44	6,7	6,4	6,7	6,3	6,70	6,35	6,53	1,95	1,85	1,90
26/07/2010	146	3,51	7,1	7,4	6,4	5,6	6,75	6,50	6,63	1,92	1,85	1,89
27/07/2010	147	3,75	6,4	6,7	7	6,43	6,70	6,57	6,63	1,78	1,75	1,77
28/07/2010	148	4,05	6,4	6,8	7,3	6,5	6,85	6,65	6,75	1,69	1,64	1,67
29/07/2010	149	3,87	6,2	6	5,9	6,9	6,05	6,45	6,25	1,56	1,67	1,61
30/07/2010	150	3,85	7,2	6,5	6,9	6,6	7,05	6,55	6,80	1,83	1,70	1,77
31/07/2010	151	3,79	6,83	6,75	6,7	6,6	6,77	6,68	6,72	1,79	1,76	1,77
01/08/2010	152	3,71	6	5,92	6,5	6,4	6,25	6,16	6,21	1,69	1,66	1,67
02/08/2010	153	3,55	5,95	5,76	5,3	6,3	5,63	6,03	5,83	1,58	1,70	1,64
03/08/2010	154	3,66	5,7	5,9	6	6,5	5,85	6,20	6,03	1,60	1,69	1,65
04/08/2010	155	4,32	5,9	6,4	5,9	6,35	5,90	6,38	6,14	1,37	1,48	1,42
05/08/2010	156	3,79	6,1	5,9	6,4	6,3	6,25	6,10	6,18	1,65	1,61	1,63
06/08/2010	157	3,08	5,8	6,3	6,6	5,5	6,20	5,90	6,05	2,01	1,91	1,96
07/08/2010	158	3,76	5,9	6,2	5	5,6	5,45	5,90	5,68	1,45	1,57	1,51
08/08/2010	159	3,95	6,4	6,45	6,6	6	6,50	6,23	6,36	1,65	1,58	1,61
09/08/2010	160	3,90	6,1	6,7	6,8	6,2	6,45	6,45	6,45	1,65	1,65	1,65
10/08/2010	161	3,78	5,2	6	6,4	7	5,80	6,50	6,15	1,54	1,72	1,63
11/08/2010	162	3,77	4,7	5,4	5,9	6,1	5,30	5,75	5,53	1,41	1,53	1,47
12/08/2010	163	3,67	6,1	5,5	6	6,2	6,05	5,85	5,95	1,65	1,60	1,62
13/08/2010	164	3,64	6,1	6,2	6,1	6,3	6,10	6,25	6,18	1,68	1,72	1,70
14/08/2010	165	4,68	6,4	6,6	7,2	6	6,80	6,30	6,55	1,45	1,35	1,40
15/08/2010	166	3,23	6,2	6,02	6,2	5,87	6,20	5,95	6,07	1,92	1,84	1,88
16/08/2010	167	3,40	6,23	6,45	6,32	6,6	6,28	6,53	6,40	1,85	1,92	1,88
17/08/2010	168	4,26	5,8	5,95	5,62	6,2	5,71	6,08	5,89	1,34	1,43	1,38
18/08/2010	169	3,76	6,1	6,41	6,3	6	6,20	6,21	6,20	1,65	1,65	1,65
19/08/2010	170	3,17	6,5	5,9	6,4	6,2	6,45	6,05	6,25	2,03	1,91	1,97
20/08/2010	171	3,17	5,9	6,7	6,2	6,9	6,05	6,80	6,43	1,91	2,15	2,03
21/08/2010	172	3,74	6,3	6,5	6,28	6,4	6,29	6,45	6,37	1,68	1,72	1,70
22/08/2010	173	2,95	5,8	6,3	5,95	6	5,88	6,15	6,01	1,99	2,08	2,04
23/08/2010	174	3,66	6,5	6,8	6,3	6,5	6,40	6,65	6,53	1,75	1,82	1,78
24/08/2010	175	3,70	7,1	7,6	7,4	7	7,25	7,30	7,28	1,96	1,97	1,97
25/08/2010	176	4,07	6,9	7	7,4	6,8	7,15	6,90	7,03	1,76	1,69	1,73
26/08/2010	177	3,60	6,2	6,8	7	6,9	6,60	6,85	6,73	1,83	1,90	1,87
27/08/2010	178	3,73	6,1	5,6	6,54	6,3	6,32	5,95	6,14	1,69	1,59	1,64
28/08/2010	179	3,33	5,9	6,2	5,8	5,6	5,85	5,90	5,88	1,76	1,77	1,76
29/08/2010	180	3,69	6,4	6,1	6,5	5,8	6,45	5,95	6,20	1,75	1,61	1,68

Fecha	dds	Eo	EVAPOTRANSPIRACION MAXIMA (Em)							Kc		
			L1	L2	L3	L4	PROMEDIO					
			UNP-1	FUNDEAL-6	UNP-1	FUNDEAL-6	UNP-1	FUNDEAL-6	Algodón	UNP-1	FUNDEAL-6	prom
30/08/2010	181	3,01	6,2	6,5	6,1	6,2	6,15	6,35	6,25	2,04	2,11	2,08
31/08/2010	182	4,04	6,1	5,9	5,8	5,1	5,95	5,50	5,73	1,47	1,36	1,42
01/09/2010	183	4,24	6,7	6,2	6,7	6,3	6,70	6,25	6,48	1,58	1,47	1,53
02/09/2010	184	4,63	6,3	5,2	5,05	4,98	5,68	5,09	5,38	1,23	1,10	1,16
03/09/2010	185	5,11	5,8	6,2	5,7	5,9	5,75	6,05	5,90	1,12	1,18	1,15
04/09/2010	186	4,63	5,41	6,15	4,54	5,3	4,98	5,73	5,35	1,07	1,24	1,16
05/09/2010	187	4,49	5,2	5,85	4,65	4,7	4,93	5,28	5,10	1,10	1,18	1,14
06/09/2010	188	4,41	4,1	4,56	3,25	3,12	3,68	3,84	3,76	0,83	0,87	0,85
07/09/2010	189	4,25	4,65	5,6	4,9	4,35	4,78	4,98	4,88	1,12	1,17	1,15
08/09/2010	190	4,28	4,9	5,87	5,15	5,93	5,03	5,90	5,46	1,17	1,38	1,28
09/09/2010	191	4,20	5,75	4,67	5,94	4,98	5,85	4,83	5,34	1,39	1,15	1,27
10/09/2010	192	4,81	5,5	5,6	5,3	5,1	5,40	5,35	5,38	1,12	1,11	1,12
11/09/2010	193	4,68	5,2	4,7	4,5	4,9	4,85	4,80	4,83	1,04	1,03	1,03
12/09/2010	194	4,22	4,6	4,3	4,5	4,5	4,55	4,40	4,48	1,08	1,04	1,06
13/09/2010	195	3,36	4,3	4,5	4,6	4,4	4,45	4,45	4,45	1,32	1,32	1,32
14/09/2010	196	4,79	4,6	4,8	4,5	4,7	4,55	4,75	4,65	0,95	0,99	0,97
15/09/2010	197	4,38	3,5	3	3,21	3,54	3,36	3,27	3,31	0,77	0,75	0,76
16/09/2010	198	5,26	3,6	3,2	3,6	3,9	3,60	3,55	3,58	0,68	0,68	0,68
17/09/2010	199	4,94	3,8	4,9	5	5	4,40	4,95	4,68	0,89	1,00	0,95
18/09/2010	200	4,20	4	3,5	5,2	4,6	4,60	4,05	4,33	1,09	0,96	1,03
19/09/2010	201	3,98	5	3,9	4	4,5	4,50	4,20	4,35	1,13	1,05	1,09
20/09/2010	202	4,35	4,5	2,75	3,8	3,2	4,15	2,98	3,56	0,95	0,68	0,82
21/09/2010	203	4,57	3	2,6	3,5	4,1	3,25	3,35	3,30	0,71	0,73	0,72
22/09/2010	204	4,47	2,5	2,9	3	3,6	2,75	3,25	3,00	0,61	0,73	0,67
23/09/2010	205	4,51	2,4	2,7	2,5	2,3	2,45	2,50	2,48	0,54	0,55	0,55
24/09/2010	206	5,31	2,6	2,9	2,7	2,5	2,65	2,70	2,68	0,50	0,51	0,50
25/09/2010	207	4,86	2,2	2,5	2,3	3,6	2,25	3,05	2,65	0,46	0,63	0,55
26/09/2010	208	4,28	1,83	1,75	1,7	2,6	1,77	2,18	1,97	0,41	0,51	0,46
27/09/2010	209	5,06	2,5	2,2	2,7	3,2	2,60	2,70	2,65	0,51	0,53	0,52
28/09/2010	210	4,94	2,4	2,3	3,5	3	2,95	2,65	2,80	0,60	0,54	0,57
29/09/2010	211	4,30	2,9	3	2,4	2,7	2,65	2,85	2,75	0,62	0,66	0,64
30/09/2010	212	5,16	2,3	2,7	2,4	2,5	2,35	2,60	2,48	0,46	0,50	0,48
01/10/2010	213	4,25	1,9	2,3	2,4	2	2,15	2,15	2,15	0,51	0,51	0,51
02/10/2010	214	3,81	1,8	2,3	3,7	2,6	2,75	2,45	2,60	0,72	0,64	0,68
03/10/2010	215	3,76	1,5	1,7	1,6	1,4	1,55	1,55	1,55	0,41	0,41	0,41
04/10/2010	216	3,99	1,3	1,5	1,6	1,3	1,45	1,40	1,43	0,36	0,35	0,36
05/10/2010	217	3,85	1,2	0,9	1	1,2	1,10	1,05	1,08	0,29	0,27	0,28
06/10/2010	218	3,99	1	0,8	0,7	1	0,85	0,90	0,88	0,21	0,23	0,22
07/10/2010	219	3,99	1	1	1	1	1,00	1,00	1,00	0,25	0,25	0,25
Em promedio (mm/día)												
TOTAL	943.19	913.3	960.63	949.21	885.8	932.105	923.215	927.66	228.46	227.22	227.84	
	9431.9	9133	9606.3	9492.1	8858	9321.05	9232.15	9276.6	2284.6	2272.2	2278.4	

Anexo 21: Grados Días con temperatura base de 14 y 15.5 °C

Fecha	dds	Tº MAX	Tº MIN	Tº MEDIA	Tº BASE = 14ºC		Tº BASE = 15.5ºC	
					(ºC)	GD	(ºC)	GD
02/03/2010	0	33.6	24.4	28.3				
03/03/2010	1	35.4	23.4	28.5	14	14.5	15.5	13
04/03/2010	2	34.8	23	28.3	14	14.3	15.5	12.8
05/03/2010	3	35	22.8	28.6	14	14.6	15.5	13.1
06/03/2010	4	33.4	23	27.5	14	13.5	15.5	12
07/03/2010	5	35	22.8	27.9	14	13.9	15.5	12.4
08/03/2010	6	33.4	22.2	28.1	14	14.1	15.5	12.6
09/03/2010	7	32	24	28.4	14	14.4	15.5	12.9
10/03/2010	8	34	23.8	28.1	14	14.1	15.5	12.6
11/03/2010	9	34.2	22	27.7	14	13.7	15.5	12.2
12/03/2010	10	34.8	24.2	28.4	14	14.4	15.5	12.9
13/03/2010	11	28.2	22	26	14	12	15.5	10.5
14/03/2010	12	34.4	22.2	27.6	14	13.6	15.5	12.1
15/03/2010	13	33.4	23	27.6	14	13.6	15.5	12.1
16/03/2010	14	34.2	23.4	27.6	14	13.6	15.5	12.1
17/03/2010	15	35.2	23.8	27.7	14	13.7	15.5	12.2
18/03/2010	16	34.8	24	27.7	14	13.7	15.5	12.2
19/03/2010	17	34.2	23.4	28.6	14	14.6	15.5	13.1
20/03/2010	18	34.8	23	28.8	14	14.8	15.5	13.3
21/03/2010	19	35.6	23.8	29.1	14	15.1	15.5	13.6
22/03/2010	20	34.5	24.8	29.2	14	15.2	15.5	13.7
23/03/2010	21	36	23.6	29.2	14	15.2	15.5	13.7
24/03/2010	22	36	23.4	28.9	14	14.9	15.5	13.4
25/03/2010	23	36	24.8	29.3	14	15.3	15.5	13.8
26/03/2010	24	35.4	24.8	29.5	14	15.5	15.5	14
27/03/2010	25	35	24.2	29.1	14	15.1	15.5	13.6
28/03/2010	26	34.1	22.8	28.1	14	14.1	15.5	12.6
29/03/2010	27	33.2	22.2	27.5	14	13.5	15.5	12
30/03/2010	28	34.6	23.4	28.9	14	14.9	15.5	13.4
31/03/2010	29	33	22.8	27.2	14	13.2	15.5	11.7
01/04/2010	30	32.6	23	27.1	14	13.1	15.5	11.6
02/04/2010	31	34.4	21.8	27.7	14	13.7	15.5	12.2
03/04/2010	32	33	21.8	27.7	14	13.7	15.5	12.2
04/04/2010	33	33	23.8	28.6	14	14.6	15.5	13.1
05/04/2010	34	28.8	21.8	25.9	14	11.9	15.5	10.4
06/04/2010	35	32.2	21.8	26.3	14	12.3	15.5	10.8
07/04/2010	36	33.2	22	27.5	14	13.5	15.5	12
08/04/2010	37	34	22.6	27.6	14	13.6	15.5	12.1
09/04/2010	38	31.8	21.8	26.8	14	12.8	15.5	11.3
10/04/2010	39	33.2	22.2	27.8	14	13.8	15.5	12.3
11/04/2010	40	33.8	22.8	27.7	14	13.7	15.5	12.2
12/04/2010	41	33.6	21.8	27.5	14	13.5	15.5	12
13/04/2010	42	36.2	23.8	29.1	14	15.1	15.5	13.6
14/04/2010	43	36.4	22.8	29.1	14	15.1	15.5	13.6
15/04/2010	44	33.2	24	28.5	14	14.5	15.5	13
16/04/2010	45	33	21.8	27.2	14	13.2	15.5	11.7
17/04/2010	46	32.8	21.8	26.2	14	12.2	15.5	10.7
18/04/2010	47	32.4	20.6	26.1	14	12.1	15.5	10.6
19/04/2010	48	33.2	21	27.2	14	13.2	15.5	11.7
20/04/2010	49	31.8	21.8	26.3	14	12.3	15.5	10.8
21/04/2010	50	31.8	20.8	26.3	14	12.3	15.5	10.8
22/04/2010	51	31.4	20.8	25.7	14	11.7	15.5	10.2
23/04/2010	52	33.2	21.6	26.3	14	12.3	15.5	10.8
24/04/2010	53	31.8	19.8	25.6	14	11.6	15.5	10.1

Fecha	dds	Tº MAX	Tº MIN	Tº MEDIA	Tº BASE = 14ºC		Tº BASE = 15.5 ºC	
					(ºC)	GD	(ºC)	GD
25/04/2010	54	31.6	21.8	26.3	12	14.3	15.5	10.8
26/04/2010	55	32.2	21.4	26.2	12	14.2	15.5	10.7
27/04/2010	56	26.4	21.8	23.6	12	11.6	15.5	8.1
28/04/2010	57	33.2	20.8	26.3	12	14.3	15.5	10.8
29/04/2010	58	32	22	26.4	12	14.4	15.5	10.9
30/04/2010	59	32.8	21.2	26.9	12	14.9	15.5	11.4
01/05/2010	60	27.6	22.6	25.1	12	13.1	15.5	9.6
02/05/2010	61	30.4	21.2	25.9	12	13.9	15.5	10.4
03/05/2010	62	30.4	20.6	25.5	12	13.5	15.5	10
04/05/2010	63	33	20.2	25.5	12	13.5	15.5	10
05/05/2010	64	30.2	21.2	25.3	12	13.3	15.5	9.8
06/05/2010	65	31	21	25.7	12	13.7	15.5	10.2
07/05/2010	66	30.8	20	25.3	12	13.3	15.5	9.8
08/05/2010	67	32.4	20.2	25.7	12	13.7	15.5	10.2
09/05/2010	68	32.6	19.4	24.9	12	12.9	15.5	9.4
10/05/2010	69	30.2	21	24.5	12	12.5	15.5	9
11/05/2010	70	32.8	20	26.5	12	14.5	15.5	11
12/05/2010	71	33.6	20.2	26.7	12	14.7	15.5	11.2
13/05/2010	72	31.6	21.6	26.6	12	14.6	15.5	11.1
14/05/2010	73	31	20.2	25.3	12	13.3	15.5	9.8
15/05/2010	74	31	19.4	25.1	12	13.1	15.5	9.6
16/05/2010	75	30	17.8	23.7	12	11.7	15.5	8.2
17/05/2010	76	29.4	19.2	23.6	12	11.6	15.5	8.1
18/05/2010	77	30.6	19	24.4	12	12.4	15.5	8.9
19/05/2010	78	30.8	19.2	24.5	12	12.5	15.5	9
20/05/2010	79	31	19.2	24.6	12	12.6	15.5	9.1
21/05/2010	80	29.4	19.8	24.7	12	12.7	15.5	9.2
22/05/2010	81	29.4	20.2	24.1	12	12.1	15.5	8.6
23/05/2010	82	28.6	18.8	23.4	12	11.4	15.5	7.9
24/05/2010	83	29	18.8	23.1	12	11.1	15.5	7.6
25/05/2010	84	29	17.8	23.1	12	11.1	15.5	7.6
26/05/2010	85	32.2	16.8	23.7	12	11.7	15.5	8.2
27/05/2010	86	27.6	18.8	23.3	12	11.3	15.5	7.8
28/05/2010	87	28.4	19	23.7	12	11.7	15.5	8.2
29/05/2010	88	28	17.8	22.9	12	10.9	15.5	7.4
30/05/2010	89	30.8	18.8	23.7	12	11.7	15.5	8.2
31/05/2010	90	29.8	18	23.4	12	11.4	15.5	7.9
01/06/2010	91	28.8	17.6	22.3	12	10.3	15.5	6.8
02/06/2010	92	27.8	18.6	23	12	11	15.5	7.5
03/06/2010	93	27.8	18.4	22.7	12	10.7	15.5	7.2
04/06/2010	94	29.2	15.6	22.2	12	10.2	15.5	6.7
05/06/2010	95	28.2	18	23.1	12	11.1	15.5	7.6
06/06/2010	96	28.6	17.2	22.6	12	10.6	15.5	7.1
07/06/2010	97	29.4	18.2	23.4	12	11.4	15.5	7.9
08/06/2010	98	30.2	17.4	22.9	12	10.9	15.5	7.4
09/06/2010	99	28.2	20.4	24.1	12	12.1	15.5	8.6
10/06/2010	100	30.2	19.8	24.2	12	12.2	15.5	8.7
11/06/2010	101	28.2	20.2	23.4	12	11.4	15.5	7.9
12/06/2010	102	29.8	19.8	24.1	12	12.1	15.5	8.6
13/06/2010	103	29	18.4	23.4	12	11.4	15.5	7.9
14/06/2010	104	27.6	19.2	23.2	12	11.2	15.5	7.7
15/06/2010	105	30.2	18.2	23.3	12	11.3	15.5	7.8
16/06/2010	106	28.2	18	22.6	12	10.6	15.5	7.1
17/06/2010	107	29.2	17.6	22.7	12	10.7	15.5	7.2
18/06/2010	108	30	17.8	23	12	11	15.5	7.5
19/06/2010	109	26.4	18.6	22.1	12	10.1	15.5	6.6

Fecha	dds	Tº MAX	Tº MIN	Tº MEDIA	Tº BASE = 14ºC		Tº BASE = 15.5 ºC	
					(ºC)	GD	(ºC)	GD
20/06/2010	110	27.4	17.2	22.3	12	10.3	15.5	6.8
21/06/2010	111	28	18.8	22.9	12	10.9	15.5	7.4
22/06/2010	112	30.6	17.8	23.1	12	11.1	15.5	7.6
23/06/2010	113	27.8	19.2	23.1	12	11.1	15.5	7.6
24/06/2010	114	29	18	23.2	12	11.2	15.5	7.7
25/06/2010	115	30.2	18.2	22.9	12	10.9	15.5	7.4
26/06/2010	116	27.6	18.2	21.8	12	9.8	15.5	6.3
27/06/2010	117	28	17	21.7	12	9.7	15.5	6.2
28/06/2010	118	27.8	15.2	21.1	12	9.1	15.5	5.6
29/06/2010	119	27.6	17	21.7	12	9.7	15.5	6.2
30/06/2010	120	28.2	17	22.7	12	10.7	15.5	7.2
01/07/2010	121	28.8	18.4	22.6	12	10.6	15.5	7.1
02/07/2010	122	27.4	18.6	21.7	12	9.7	15.5	6.2
03/07/2010	123	28.2	18.6	23.1	12	11.1	15.5	7.6
04/07/2010	124	26.2	17.6	21.1	12	9.1	15.5	5.6
05/07/2010	125	28.6	17.4	22.1	12	10.1	15.5	6.6
06/07/2010	126	30	17.2	21.9	12	9.9	15.5	6.4
07/07/2010	127	25.4	17	20.3	12	8.3	15.5	4.8
08/07/2010	128	26	16.2	26	12	14	15.5	10.5
09/07/2010	129	27.4	17.6	22.3	12	10.3	15.5	6.8
10/07/2010	130	27.6	17	22.7	12	10.7	15.5	7.2
11/07/2010	131	29	17	22	12	10	15.5	6.5
12/07/2010	132	28.4	15.4	21.5	12	9.5	15.5	6
13/07/2010	133	29.2	15.8	22.3	12	10.3	15.5	6.8
14/07/2010	134	30	17.8	23.8	12	11.8	15.5	8.3
15/07/2010	135	27	17.2	21.2	12	9.2	15.5	5.7
16/07/2010	136	25.2	15.6	20.3	12	19.1	15.5	187.5
17/07/2010	137	28	16.6	20.9	12	8.9	15.5	5.4
18/07/2010	138	28	13.8	20.5	12	8.5	15.5	5
19/07/2010	139	27	15.4	21	12	9	15.5	5.5
20/07/2010	140	27.2	17	21.1	12	9.1	15.5	5.6
21/07/2010	141	26.6	16	19.9	12	7.9	15.5	4.4
22/07/2010	142	26.2	15.6	20.4	12	8.4	15.5	4.9
23/07/2010	143	28	13.8	20.1	12	8.1	15.5	4.6
24/07/2010	144	26	15.4	20.4	12	8.4	15.5	4.9
25/07/2010	145	27	16.2	21.1	12	9.1	15.5	5.6
26/07/2010	146	27.4	16	21.1	12	9.1	15.5	5.6
27/07/2010	147	27	16.6	21.5	12	9.5	15.5	6
28/07/2010	148	29.2	17.2	22.9	12	10.9	15.5	7.4
29/07/2010	149	30.2	16.8	22.4	12	10.4	15.5	6.9
30/07/2010	150	26.8	16.2	21.1	12	9.1	15.5	5.6
31/07/2010	151	26.6	1.62	20.4	12	8.4	15.5	4.9
01/08/2010	152	27.4	15.6	20.5	12	8.5	15.5	5
02/08/2010	153	26.4	16	20.2	12	8.2	15.5	4.7
03/08/2010	154	27	15	20.5	12	8.5	15.5	5
04/08/2010	155	27.6	16	21.5	12	9.5	15.5	6
05/08/2010	156	27	16.2	21.3	12	9.3	15.5	5.8
06/08/2010	157	25.2	16	19.9	12	7.9	15.5	4.4
07/08/2010	158	27.2	16.4	21.5	12	9.5	15.5	6
08/08/2010	159	27.6	16	20.9	12	8.9	15.5	5.4
09/08/2010	160	29.2	14	21.9	12	9.9	15.5	6.4
10/08/2010	161	29	17	22.6	12	10.6	15.5	7.1
11/08/2010	162	27.8	17.2	21.3	12	9.3	15.5	5.8
12/08/2010	163	28.6	16.8	22.3	12	10.3	15.5	6.8
13/08/2010	164	28.4	17	22.3	12	10.3	15.5	6.8
14/08/2010	165	30	17	22.4	12	10.4	15.5	6.9

Fecha	dds	Tº MAX	Tº MIN	Tº MEDIA	Tº BASE = 12ºC		Tº BASE = 15.5 ºC	
					(ºC)	GD	(ºC)	GD
15/08/2010	166	27	17	21.5	12	9.5	15.5	6
16/08/2010	167	26.8	16.2	20.8	12	8.8	15.5	5.3
17/08/2010	168	28.2	17.4	21.9	12	9.9	15.5	6.4
18/08/2010	169	27.4	16.6	21.1	12	9.1	15.5	5.6
19/08/2010	170	27	16.8	20.5	12	8.5	15.5	5
20/08/2010	171	27	16.8	20.9	12	8.9	15.5	5.4
21/08/2010	172	28.6	17	22.1	12	10.1	15.5	6.6
22/08/2010	173	26.4	17.6	21.9	12	9.9	15.5	6.4
23/08/2010	174	28.2	16.6	21.4	12	9.4	15.5	5.9
24/08/2010	175	27.2	16	20.7	12	8.7	15.5	5.2
25/08/2010	176	28.2	15.6	20.9	12	8.9	15.5	5.4
26/08/2010	177	27.2	16	20.4	12	8.4	15.5	4.9
27/08/2010	178	28.2	17.2	21.9	12	9.9	15.5	6.4
28/08/2010	179	27.6	16.8	20.5	12	8.5	15.5	5
29/08/2010	180	27.8	16.2	20.9	12	8.9	15.5	5.4
30/08/2010	181	25.6	16.8	20.6	12	8.6	15.5	5.1
31/08/2010	182	28	16	21.2	12	9.2	15.5	5.7
01/09/2010	183	32	25	28.2	12	16.2	15.5	12.7
02/09/2010	184	33.6	24.4	28.3	12	16.3	15.5	12.8
03/09/2010	185	35.4	23.4	28.5	12	16.5	15.5	13
04/09/2010	186	34.8	23	28.3	12	16.3	15.5	12.8
05/09/2010	187	35	22.8	28.6	12	16.6	15.5	13.1
06/09/2010	188	33.4	23	27.5	12	15.5	15.5	12
07/09/2010	189	35	22.8	27.9	12	15.9	15.5	12.4
08/09/2010	190	33.4	22.2	28.1	12	16.1	15.5	12.6
09/09/2010	191	32	24	28.4	12	16.4	15.5	12.9
10/09/2010	192	34	23.8	28.1	12	16.1	15.5	12.6
11/09/2010	193	34.2	22	27.7	12	15.7	15.5	12.2
12/09/2010	194	34.8	24.2	28.4	12	16.4	15.5	12.9
13/09/2010	195	28.2	22	26	12	14	15.5	10.5
14/09/2010	196	34.4	22.2	27.6	12	15.6	15.5	12.1
15/09/2010	197	33.4	23	27.6	12	15.6	15.5	12.1
16/09/2010	198	34.2	23.4	27.6	12	15.6	15.5	12.1
17/09/2010	199	35.2	23.8	27.7	12	15.7	15.5	12.2
18/09/2010	200	34.8	24	27.7	12	15.7	15.5	12.2
19/09/2010	201	34.2	23.4	28.6	12	16.6	15.5	13.1
20/09/2010	202	34.8	23	28.8	12	16.8	15.5	13.3
21/09/2010	203	35.6	23.8	29.1	12	17.1	15.5	13.6
22/09/2010	204	34.5	24.8	29.2	12	17.2	15.5	13.7
23/09/2010	205	36	23.6	29.2	12	17.2	15.5	13.7
24/09/2010	206	36	23.4	28.9	12	16.9	15.5	13.4
25/09/2010	207	36	24.8	29.3	12	17.3	15.5	13.8
26/09/2010	208	35.4	24.8	29.5	12	17.5	15.5	14
27/09/2010	209	35	24.2	29.1	12	17.1	15.5	13.6
28/09/2010	210	34.1	22.8	28.1	12	16.1	15.5	12.6
29/09/2010	211	33.2	22.2	27.5	12	15.5	15.5	12
30/09/2010	212	34.6	23.4	28.9	12	16.9	15.5	13.4
01/10/2010	213	27.6	16.2	21.4	12	9.4	15.5	5.9
02/10/2010	214	27	16	20.7	12	8.7	15.5	5.2
03/10/2010	215	27	16.2	20.6	12	8.6	15.5	5.1
04/10/2010	216	28.2	16.2	21.1	12	9.1	15.5	5.6
05/10/2010	217	27.2	16	20.7	12	8.7	15.5	5.2
06/10/2010	218	28	16.6	20.7	12	8.7	15.5	5.2
07/10/2010	219	27.2	16.2	20.7	12	8.7	15.5	5.2

Anexo 22: Altura de planta en parcelas experimentales en cm

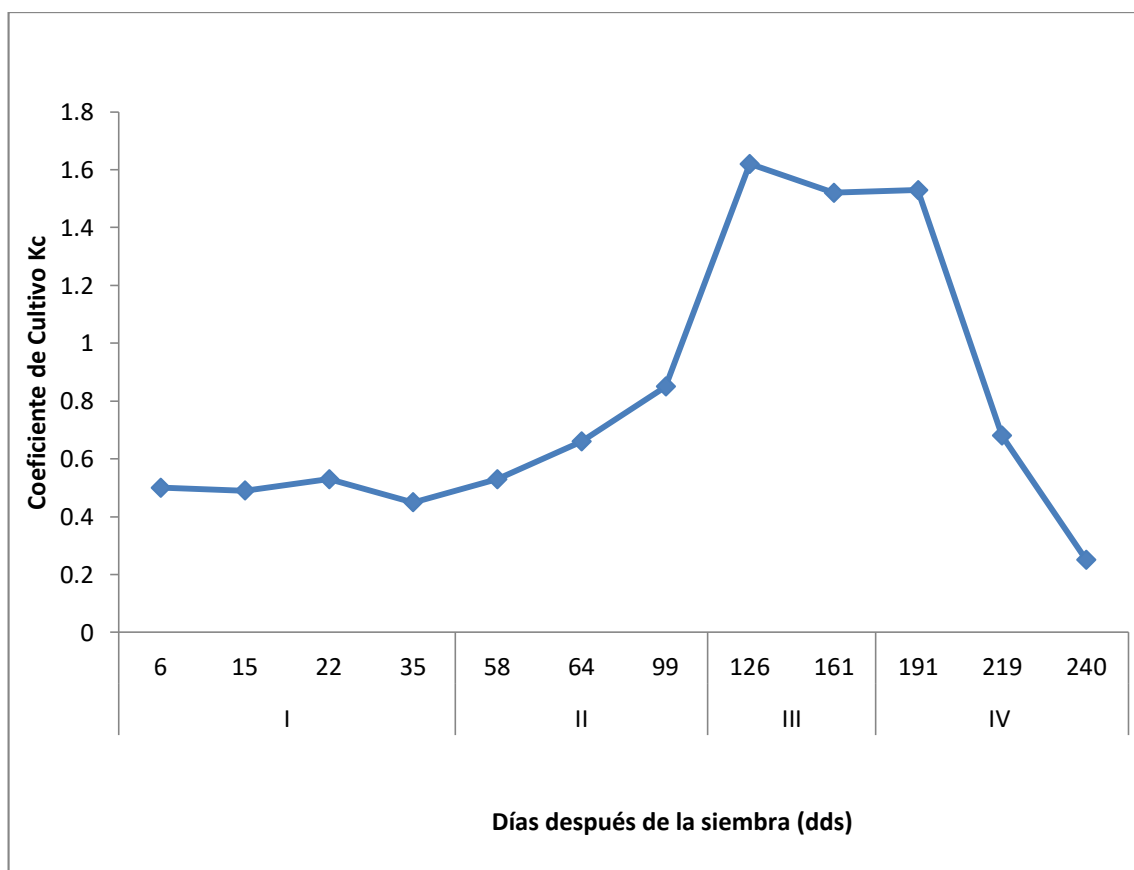
Fecha	dds	PARCELA EXPERIMENTAL									
		UNP-1					FUNDEAL-6				
		C1	C3	C5	C7	Prom	C2	C4	C6	C8	Prom
02-mar	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12-mar	10	5.30	5.60	5.50	5.80	5.55	5.60	5.80	5.70	5.80	5.73
23-mar	21	19.16	23.09	21.80	20.30	21.09	20.97	24.21	21.50	23.70	22.60
30-mar	28	25.85	34.25	27.55	32.65	30.08	29.90	35.70	30.60	35.40	32.90
06-abr	35	33.01	47.50	36.80	43.80	40.28	39.64	48.80	40.20	43.60	43.06
13-abr	42	41.36	62.40	45.90	56.00	51.42	51.52	64.90	54.30	63.70	58.61
20-abr	49	50.46	79.50	57.60	68.40	63.99	63.60	79.90	67.60	75.80	71.73
27-abr	56	59.88	90.70	69.00	81.50	75.27	76.30	94.30	81.00	85.30	84.23
04-may	63	62.28	105.00	76.70	89.60	83.40	89.10	106.20	90.90	94.60	95.20
11-may	71	78.14	116.30	90.40	97.40	95.56	99.60	118.30	106.40	109.45	108.44
24-may	84	87.10	140.40	107.60	118.20	113.33	114.60	143.20	118.10	125.40	125.33
31-may	91	96.30	150.20	119.30	136.10	125.48	123.40	154.60	125.67	136.13	134.95

Anexo 23: Altura de planta en lisímetros en cm.

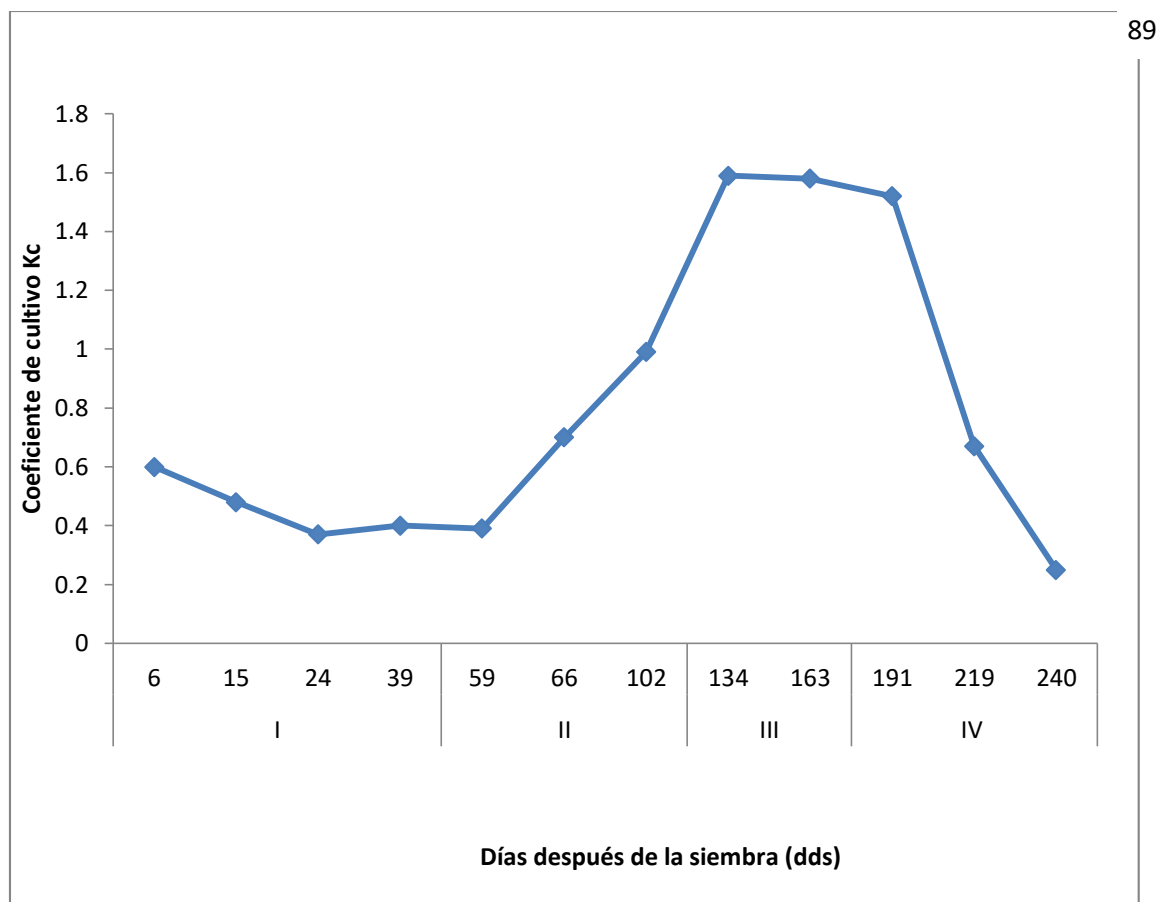
fecha	dds	LISÍMETROS					
		UNP – 01			FUNDEAL – 06		
		L01	L03	PROMEDIO	L02	L04	PROMEDIO
02-Mar	6	0	0	0	0	0	0
12-Mar	10	0	0	0	0	0	0
23-Mar	21	5.0	6.0	5.5	6.0	5.0	5.5
30-Mar	28	7.0	8.0	7.5	8.0	8.0	8.0
06-Abr	35	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
13-Abr	42	15.0	15.0	15.0	14.0	15.0	14.5
20-Abr	49	19.0	20.0	19.5	19.0	20.0	19.5
27-Abr	56	28.0	30.0	29.0	31.0	31.0	31.0
04-May	63	59.0	61.0	60.0	70.0	68.0	69.0
11-May	71	66.0	67.0	66.5	74.0	73.0	73.5
24-May	84	74.0	73.0	73.5	80.0	78.0	79.0
31-May	91	84.0	78.0	81.0	85.0	83.0	84.0
08-Jun	99	92.0	84.0	88.0	92.0	89.0	90.5
20-Jun	111	108.0	107.0	107.5	103.0	106.0	104.5
02-Jul	123	160.0	144.0	152.0	142.0	131.0	136.5
09-Jul	130	164.0	168.0	166.0	146.0	143.0	144.5

Anexo 24: Datos para obtener el rendimiento en parcelas y lisímetros

VARIEDAD	PARCELA	ÁREA (m ²)	PESO TOTAL (KG)	RDTO (Kg/ha)	PARCELA	ÁREA (m ²)	PESO TOTAL (KG)	RDTO (Kg/ha)
UNP-1	I	64	8.27	1292.74	I	4	0.67	1677.78
	III	64	13.79	2154.55	III	4	0.65	1620.60
	V	64	6.89	1077.28				
	VII	64	8.27	1292.74				
	RDTO			1454.33				1649.19
FUNDEAL-6	II	64	8.96	1400.47	II	4	1.27	3174.70
	IV	64	8.27	1292.74	IV	4	0.60	1492.75
	VI	64	8.27	1292.74				
	VIII	64	7.58	1185.01				
	RDTO			1292.74				2333.73

Anexo 25: Curva de coeficiente de cultivo Kc para variedad UNP-01

Anexo 26: Curva de coeficiente de cultivo Kc para variedad FUNDEAL-06



Anexo 27: Estado del área de los Lisímetros antes de la rehabilitación.



Anexo 28: Pintado de lisímetros con pintura Epóxica y esmalte plateado.

90



Anexo 29: Colocación de capas de suelo en los Lisímetros.



Anexo 30: Estado del área de los Lisímetros después de la rehabilitación.



Anexo

31:

Limpieza y gradeo en seco del terreno experimental.



Anexo 32: Riego de machaco en terreno experimental



Anexo 33: Marcación de terreno experimental



Anexo 34: Siembra en campo experimental



Anexo 35: Siembra en lisímetros



Anexo 36: Lisímetros en funcionamiento



Anexo 37: Emergencia en parcela experimental



Anexo 38: Emergencia en lisímetros



Anexo 39: Primer riego en parcela experimental



Anexo 40: Segundo riego en parcela experimental



Anexo 41: Floración en parcela experimental



Anexo 42: Prueba de incidencia de GRI y control biológico



Anexo 43: Ataque de Gusano Rosado de la India que alcanzó daños económicos



Anexo 44: Cosecha de Algodón en parcela experimental



Anexo 45: Cosecha de Algodón en lisímetros



Anexo 46: Pesado de algodón cosechado en parcela experimental



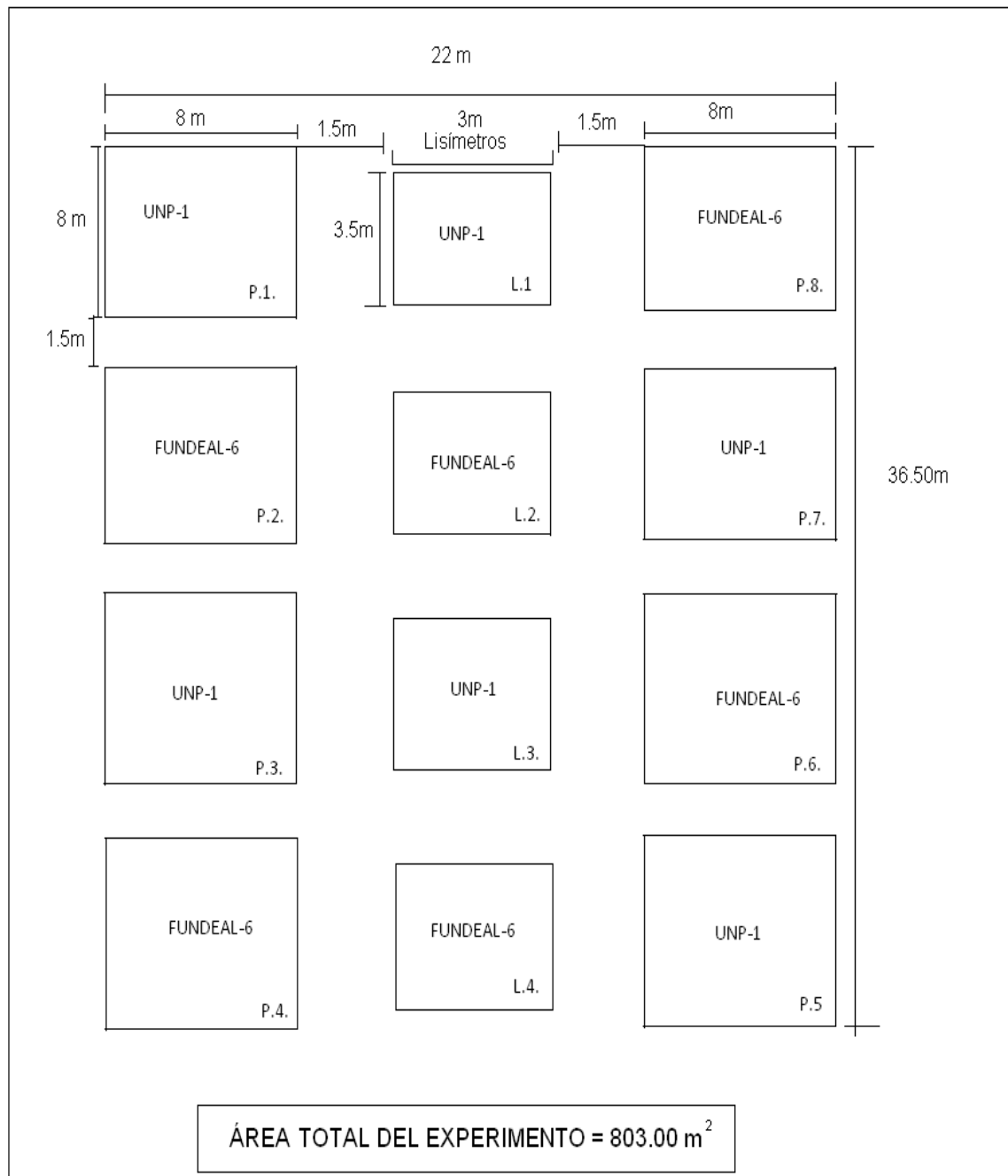
Anexo 47: Pesado del algodón cosechado en lisímetros



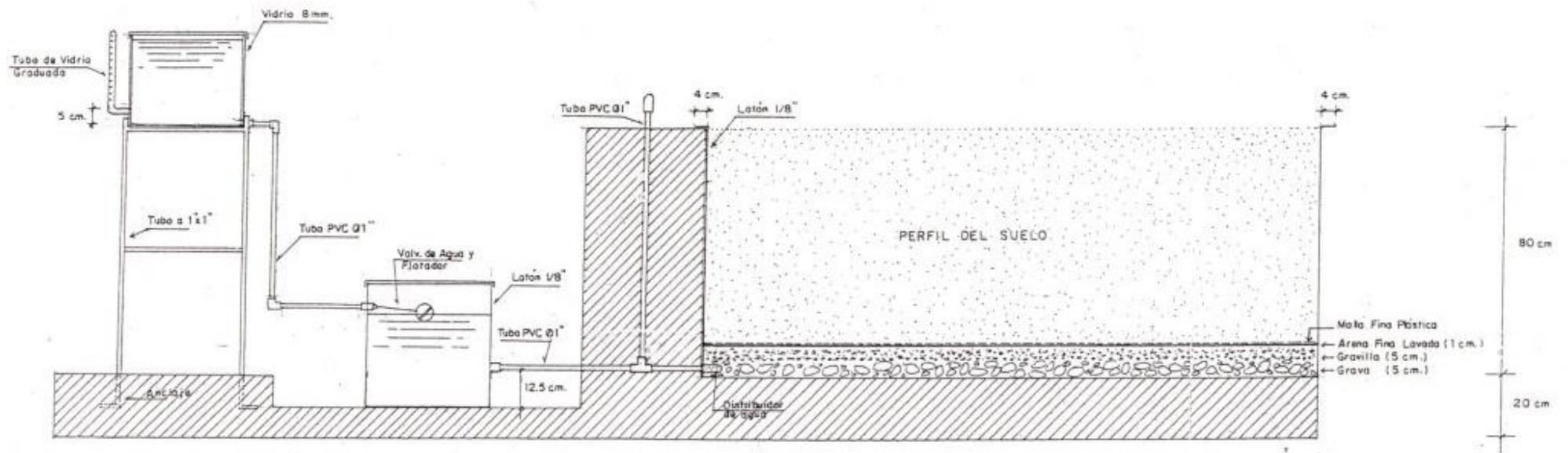
Anexo 48: Muestreo de suelo en Lisímetros



Anexo 49: Croquis de parcela experimental



Anexo 50: Planos del lisímetro - Corte Longitudinal (A – A) de un lisímetro



Diseño: SENAMHI
Ing. Héctor Yauri Quispe

Anexo 51: Planos del lisímetro - Vista isométrica de un lisímetro

